

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

**LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN  
ASTRONÓMICA CIENTÍFICA  
Y LA FORMACIÓN  
DE LOS PILOTOS ESPAÑOLES,  
SIGLOS XVI AL XVIII**



**TESIS DOCTORAL  
GABRIEL PINTOS AMENGUAL**

**DIRECTORA  
DRA. ITSASO IBÁÑEZ FERNÁNDEZ**

**BILBAO, 2020**



eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

## **TESIS DOCTORAL**

# **LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA Y LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS ESPAÑOLES, SIGLOS XVI AL XVIII**

**Gabriel Pintos Amengual**

**Directora: Dra. Itsaso Ibáñez Fernández**

**Bilbao, 2020**



In Memórium, a mi padre Manuel Pintos Bugallo



Con el ancla en la amura y cubierto de lona hasta la perilla de tope, mi barco parecía tan inmóvil como un modelo en miniatura sobre el claroscuro de un mármol bruñido. En aquella misteriosa calma de las fuerzas inmensas del mundo, era imposible distinguir la tierra del agua. Una súbita impaciencia se apoderó de mí.

La línea de sombra (Capitán Marina Mercante Joseph Conrad, 1915)

No tengo talentos especiales, pero sí soy profundamente curioso.

Albert Einstein





# AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, Itsaso Ibáñez, por haber sido la referencia y guía de esta larga travesía, que no hubiese sido posible acometer sin ella.

A mi mujer Concha y a mis hijos Manuel, Rosa y Antonio Castello por estar ahí siempre.

A mis padres, Manuel y Rosa por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera de náutica, por su esfuerzo, dedicación y confianza.

A María del Carmen Guillén y Antonio Cáceres por estar en nuestra vida.

A Juan Arbona Casanovas, amigo desde la infancia, por alentarme y escucharme pacientemente cuando durante nuestros largos paseos matinales, compartía con él los progresos que iba realizando.

Al Capitán de la Marina Mercante y profesor José Manuel Campos Canda, por su apoyo durante las largas charlas mantenidas.

A Luis Grau, Fernando Grau y Fausto Fiol, por su aliento constante.

A Panxo y Mya, por su quieta y silenciosa compañía.

A Carlos Ramis y Laureano González, por su apoyo logístico.

Quiero recordar a Domingo Huerta Fustel, amigo que me proporcionó buenos momentos con su conversación amena e inteligente, fruto de su gran cultura adquirida de forma autodidacta. Y, agradecer el comentario que hizo sobre mi primer artículo publicado sobre esta tesis, que leyó y releyó a pesar de su estado. Gracias amigo.



## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la formación de los pilotos españoles en los siglos XVI al XVIII, en el contexto de la transición a la navegación astronómica científica, desde una perspectiva holística. Para ello, se abordan las variables conceptuales: los pilotos, los pilotos de la Armada, la navegación, los centros de formación de los pilotos, los planes de estudio y los textos de ‘pilotage’ o navegación, circunscritas a la Edad Moderna. Lo que nos permite delimitar la “transición” a través de la ciencia, en los centros de formación y la enseñanza recibida por los pilotos. Así, concluimos que, en lo científico, la transición se inicia con la invención de los instrumentos de reflexión en 1731; en los centros de formación en la Escuela de Náutica de Bilbao en 1742; y en la formación de los pilotos se personaliza en las *Lecciones Náuticas* (1756) de Miguel Archer. En este contexto, se analiza, asimismo, el papel limitador que jugó la Marina de guerra con respecto a las enseñanzas náuticas en la marina mercante del XVIII, así como la evolución de la consideración social de los pilotos y su influencia en este proceso. La metodología está fundamentada en el método histórico en cada una de sus fases: la heurística, la crítica, la hermenéutica y la exposición, lo que permite valorar la intervención de cada una de las variables en el proceso de la ‘transición’.

**Palabras clave:** Transición a la navegación astronómica científica; Pilotos; España; Casa de Contratación de Sevilla; Marina mercante; Marina de guerra; Escuela Náutica de Bilbao; Miguel Archer.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>29</b>
JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO .....	32
OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	37
Objetivos generales .....	37
Objetivos específicos .....	38
Hipótesis .....	39
METODOLOGÍA .....	40
Metodología para la comparación de textos.....	44
Los aspectos generales .....	44
Comparación de contenidos concretos .....	46
Adecuación de los textos a la docencia .....	47
Selección de textos .....	48
ESTADO DEL ARTE.....	55
ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	68
<b>CAPÍTULO 1. DISQUISICIÓN SOBRE EL PILOTO</b>	<b>71</b>
1.1. LA FIGURA DEL PILOTO .....	74
1.2. REGULACIÓN DE LA PROFESIÓN DE PILOTO EN LA EDAD MODERNA	77
1.2.1. Clases de pilotos.....	92
1.3. CONSIDERACIÓN SOCIAL DEL PILOTO.....	99
1.4. CONSIDERACIÓN DEL PILOTO COMO TÉCNICO EN LA NAVEGACIÓN.	117

## **CAPÍTULO 2. LA NAVEGACIÓN EN LA EDAD MODERNA 123**

2.1. ESTADO GENERAL DE LA NAVEGACIÓN EN EL SIGLO XV.....	127
2.1.1. El contexto.....	127
2.1.2. La Cosmografía .....	130
2.1.3. La navegación a la vista de la costa .....	134
2.1.3.1. La aguja náutica.....	135
2.1.3.2. Las cartas de marear .....	137
2.1.3.3. El punto de fantasía .....	140
2.2. EVOLUCIÓN DE LA NAVEGACIÓN EN LA EDAD MODERNA (SIGLOS XVI - XVIII).....	141
2.2.1. Navegación astronómica .....	144
2.2.1.1. Instrumentos de tomar alturas.....	159
2.2.1.1.1. El astrolabio. Descripción y uso .....	160
2.2.1.1.2. El cuadrante. Descripción y uso.....	162
2.2.1.1.3. La ballestilla. Descripción y uso .....	163
2.2.1.1.4. El cuadrante de Davis. Descripción y uso.....	165
2.2.1.1.5. El octante. Descripción y uso.....	166
2.2.1.1.6. El sextante. Descripción y uso .....	167
2.2.1.1.7. Correcciones a las alturas observadas.....	169
2.2.2. El cronómetro marino.....	171
2.2.3. Tablas astronómicas .....	174
2.2.3.1. Tablas de la declinación del Sol.....	174
2.2.3.2. Tablas de distancias lunares.....	177
2.3. LAS CARTA DE MAREAR.....	178
2.4. LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA ..	188

## **CAPÍTULO 3.LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS 191**

3.1. PERIODIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS .....	196
3.2. ANTECEDENTES.....	197
3.3. PRIMERA ETAPA DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS 1508-1748. LA CONSOLIDACIÓN DE LA FORMACIÓN.....	202
3.3.1. Centros docentes de formación de pilotos.....	203
3.3.1.1. La Casa de Contratación de Sevilla.....	203
3.3.1.2. El Colegio de San Telmo de Sevilla .....	205
3.3.1.3. Escuela Náutica de Bilbao .....	206
3.3.1.4. Otros centros donde se impartió enseñanza a los pilotos .....	207
3.3.2. Enseñanza .....	210

3.3.2.1. La enseñanza en la Casa de Contratación de Sevilla.....	211
3.3.2.1.1. La Real Cédula de 6 de agosto de 1508.....	211
3.3.2.1.2. Real Cédula de 2 de agosto de 1527.....	212
3.3.2.1.3. El Plan de 1552. El catedrático de Cosmografía: El intento de reorganización de la enseñanza náutica.....	214
3.3.2.1.4. El Plan de 1636 del Consejo Real de Indias.....	217
3.3.2.2. Enseñanza impartida en el Colegio de San Telmo de Sevilla.....	221
3.3.2.3. Enseñanza en la Escuela de Náutica de Bilbao.....	225
3.3.3. Exámenes.....	229
<b>3.4. SEGUNDA ETAPA DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS 1748-1790. LA MILITARIZACIÓN DE LA FORMACIÓN.....</b>	<b>233</b>
3.4.1. Centros docentes de formación de pilotos.....	234
3.4.1.2. Escuelas Departamentales de Navegación.....	234
3.4.1.3. Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga (1748-1790).....	236
3.4.1.4. Escuela de Náutica de Barcelona.....	239
3.4.2. Enseñanza.....	251
3.4.2.1. Plan de estudios de los pilotos de la Armada. Escuelas Departamentales de Navegación (1748).....	253
3.4.2.2. Enseñanza impartida en los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga (1748-1786).....	259
3.4.2.3. Enseñanza en la Escuela de Náutica Barcelona.....	277
3.4.2.4. Supeditación de las Escuelas Particulares de Náutica y los Colegios de San Telmo a la Armada. Las Ordenanzas de 1788 o la frustración de la formación de los pilotos de la Carrera de Indias.....	281
3.4.2.5. Plan de Estudios Winthuysen (1790) o la consolidación de la jibarización de la formación de los pilotos.....	289
3.4.3. La transición a la navegación astronómica científica en la formación de los pilotos.....	297
3.4.4. Exámenes.....	298

---

**CAPÍTULO 4. LOS TEXTOS NÁUTICOS ESPAÑOLES, SIGLOS XVI AL XVIII, ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO** **305**

---

4.1. LA IMPRENTA COMO INSTRUMENTO POSIBILITADOR DE LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA NÁUTICA EN ESPAÑA.....	310
4.2. ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO.....	314
4.2.1. Metodología.....	317
4.2.2. Resultados y discusión.....	318

**CAPÍTULO 5. LOS TEXTOS DE “PILOTAGE”: ASPECTOS GENERALES 331**

5.1. <i>SUMA DE GEOGRAPHIA</i> (FERNÁNDEZ DE ENCISO, 1519).....	334
5.2. <i>TRATADO DEL EFPHERA Y DEL ARTE DE MAREAR</i> (FALEIRO, 1535) .....	338
5.3. <i>ARTE DE NAVEGAR</i> (MEDINA, 1545).....	342
5.4. <i>BREVE COMPENDIO DE LA SPHERA Y DE LA ARTE DE NAVEGAR</i> (CORTÉS, 1551) .....	349
5.5. <i>REGIMIENTO DE NAVEGACION</i> (MEDINA, 1552).....	357
5.6. <i>COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGAR</i> (ZAMORANO, 1581).....	366
5.7. <i>HIDROGRAFIA</i> (POZA, 1585) .....	380
5.8. <i>REGIMIENTO DE NAVEGACION</i> (GARCÍA DE CÉSPEDES, 1606).....	390
5.9. <i>COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGACION</i> (CEDILLO, 1717).....	427
5.10. <i>TRATADO DE LA COSMOGRAPHIA Y NAUTICA</i> (CEDILLO, 1745) ....	436
5.11. <i>TRATADO DE NAVEGACION THEORICA</i> (SÁNCHEZ RECIENTE, 1749) .....	441
5.12. <i>LECCIONES NAUTICAS</i> (ARCHER, 1756) .....	447
5.13. <i>COMPENDIO DE NAVEGACION</i> (JUAN, 1757) .....	455
5.14. <i>EL MARINERO INSTRUIDO</i> (BARREDA, 1765) .....	465
5.15. <i>SUITE DU COURS DE MATHÉMATIQUES</i> (BEZOUT, 1781).....	470
5.16. RESULTADOS .....	475

**CAPÍTULO 6. INDICADORES PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA EN LOS TEXTOS SELECCIONADOS 481**

6.1. DEFINICIÓN DE NÁUTICA/NAVEGACIÓN .....	485
6.2. CORRECCIONES A APLICAR A LA ALTURA OBSERVADA.....	487
6.2.1. <i>Tratado de la Cosmografía y Nautica</i> [...] Cedillo (1745) .....	487
Corrección por refracción .....	488
Corrección por depresión del horizonte.....	489
Corrección por semidiámetro del Sol .....	490
6.2.2. <i>Tratado de navegación teorica</i> (Sánchez Reciente, 1749).....	491
6.2.3. <i>Lecciones náuticas</i> (Miguel Archer, 1756).....	491



Corrección por refracción.....	492
Corrección por paralaje .....	492
Corrección por depresión del horizonte.....	493
Corrección por semidiámetro del Sol .....	495
6.2.4. <i>Compendio de navegacion</i> (Juan, 1757) .....	495
Corrección por semidiámetro del Sol .....	495
Corrección por refracción astronómica .....	496
Corrección por depresión del horizonte.....	497
6.2.5. <i>El marinero instruido</i> (Barreda, 1765).....	499
6.3. CONTENIDOS MATEMÁTICOS (TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA Y LOGARITMOS).....	499
6.3.1. <i>Regimiento de navegacion</i> (García de Céspedes, 1606) .....	500
Trigonometría esférica.....	500
6.3.2. <i>Tratado de la cosmographia</i> (Cedillo, 1745) .....	503
Trigonometría esférica y logaritmos.....	503
6.3.3. <i>Lecciones nauticas</i> (Miguel Archer, 1756).....	505
Trigonometría esférica y logaritmos.....	505
6.3.4. <i>Compendio de navegacion</i> (Juan, 1757) .....	508
Trigonometría y logaritmos .....	508
6.3.5. <i>El marinero instruido</i> (Barreda, 1765).....	510
Trigonometría esférica y logaritmos.....	510
6.4. INSTRUMENTOS DE REFLEXIÓN .....	513
6.4.1. <i>Lecciones nauticas</i> (Miguel Archer, 1756).....	513
6.4.2. <i>Compendio de navegacion</i> (Juan, 1757) .....	515
6.4.3. <i>El marinero instruido</i> (Barreda, 1765).....	517
6.5. RESULTADOS .....	519
Correcciones a aplicar a la altura observada .....	520
La Trigonometría esférica y los logaritmos .....	521
Instrumentos de reflexión (octante).....	522

## **CAPÍTULO 7. EL PROCESO DE TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA A TRAVÉS DE LOS TEXTOS Y SU ADECUACIÓN AL OBJETIVO DOCENTE 525**

7.1. LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA EN LOS TEXTOS DE NÁUTICA.....	529
7.2. <i>SUMA DE GEOGRAPHIA</i> (FERNÁNDEZ DE ENCISO, 1519).....	531

7.3. <i>TRATADO DEL EFHERA Y DEL ARTE DE MAREAR</i> (FALEIRO, 1535)	532
7.4. <i>ARTE DE NAVEGAR</i> (MEDINA, 1545).....	533
7.5. <i>BREVE COMPENDIO DE LA SPHERA Y DE LA ARTE DE NAVEGAR</i> (CORTÉS, 1551) .....	535
7.6. <i>REGIMIENTO DE NAVEGACION</i> (MEDINA, 1552) .....	536
7.7. <i>COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGAR</i> (ZAMORANO, 1581) .....	537
7.8. <i>HIDROGRAFIA</i> (POZA, 1585) .....	537
7.9. <i>REGIMIENTO DE NAVEGACION</i> (GARCÍA DE CÉSPEDES, 1606) .....	538
7.10. <i>COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGACION</i> (CEDILLO, 1717) .....	540
7.11. <i>TRATADO DE LA COSMOGRAPHIA Y NAUTICA</i> (CEDILLO, 1745) .....	541
7.12. <i>TRATADO DE NAVEGACION THEORICA</i> (SÁNCHEZ RECIENTE, 1749)	542
7.13. <i>LECCIONES NAUTICAS</i> (ARCHER, 1756) .....	543
7.14. <i>COMPENDIO DE NAVEGACION</i> (JUAN, 1757) .....	544
7.15. <i>EL MARINERO INSTRUIDO</i> (BARREDA, 1765) .....	545
7.16. <i>SUITE DU COURS DE MATHÉMATIQUES</i> (BEZOUT, 1781) .....	546
7.17. RESULTADOS .....	546
7.17.1. Finalidad de los textos y su utilización en la enseñanza .....	547
7.17.2. Incorporación en los textos de los indicadores.....	548
7.17.3. Autores y banda de modernidad .....	549
7.17.4. Adecuación de los textos a los planes de estudio y al objetivo docente .	549
7.17.5. Evolución de la formación de los pilotos en España siglos XVI al XVIII.	553

---

**CONCLUSIONES** **557**

---

**FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA** **567**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	569
FUENTES MANUSCRITAS.....	571
LEGISLACIÓN SOBRE ENSEÑANZAS NÁUTICAS .....	577
PÁGINAS WEB VISITADAS.....	579
BIBLIOGRAFÍA.....	583

<b>ANEXOS</b>	<b>619</b>
ANEXO 1. LISTADO DE OBRAS DE NÁUTICA .....	621
ANEXO 2: ÍNDICES DE LOS TEXTOS ANALIZADOS EN LOS CAPÍTULOS 5 Y 6 .....	643
ANEXO 3: CERTÁMENES NÁUTICOS .....	707
ANEXO 4. CONTRIBUCIONES QUE AVALAN LA TESIS .....	797



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.1.</b> Aspectos generales de los textos. Fuente: Ibáñez y Llombart, 2001, pp. 136. ..	45
<b>Tabla I.2.</b> Aspectos concretos de los textos. Fuente: Ibáñez y Llombart, 2001, pp. 141. ..	47
<b>Tabla I.3.</b> Relación de autores de obras de textos náuticos editados en España, siglos XVI-XVIII, por orden alfabético. Fuente: Elaboración propia. ....	50
<b>Tabla I.4.</b> Clasificación de los autores por materias. Fuente: Elaboración propia. ....	55
<b>Tabla 1.1.</b> Relación de definiciones de piloto. Fuente: Elaboración propia, a partir de las referencias seleccionadas. ....	76
<b>Tabla 1.2.</b> Pilotos mayores de la Casa de Contratación de Sevilla. Fuente: Elaboración propia, con información recogida de Pulido Rubio (1950). ....	82
<b>Tabla 1.3.</b> Catedráticos de Cosmografía y Navegación de la Casa de Contratación de Sevilla. Fuente: Elaboración propia, a partir de información recogida de Pulido Rubio (1950). ....	86
<b>Tabla 1.4.</b> Ordenanzas de la Casa de la Contratación (1553) que atañen a la regulación del piloto. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Lyra (1647). ....	88
<b>Tabla 1.5.</b> Tripulaciones en función de la capacidad de las naves en toneles. Fuente: Elaboración propia a partir de (Ordenanzas 1553, fo. xli-xliii). ....	89
<b>Tabla 1.6.</b> Clases de pilotos y requisitos de capacidad, conforme La Real Orden de 12 de julio de 1783. Fuente: Elaboración propia a partir de La Real Orden de 12 de julio de 1783. ....	97
<b>Tabla 1.7.</b> Clases de pilotos y requisitos de capacidad, conforme Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786. Fuente: Elaboración propia a partir Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786. ....	98
<b>Tabla 1.8.</b> Nivel de preparación de los pilotos según los autores de textos náuticos. Fuente: elaboración propia. ....	118
<b>Tabla 2.1.</b> Tabla de Martelugio. Fuente: García Franco (1947, vol. 2 p. 95). ....	141
<b>Tabla 2.2.</b> Cronología de hitos. Fuente: Elaboración propia. ....	189
<b>Tabla. 3.1.</b> Cuadro asignaturas del plan del Consejo de Indias de 1636. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de (Recopilación, 1841). ....	220

<b>Tabla 3.2.</b> Matrícula de los Departamentos Marítimos de Ferrol, Cádiz y Cartagena (1765). Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de Vázquez Lijó (2006). .....	242
<b>Tabla 3.3.</b> Planes de estudio oficiales para la obtención del título de piloto vigentes en la 2ª etapa. Fuente: Elaboración propia.....	252
<b>Tabla 3.4.</b> Asignaturas plan 1778. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de García Garralón (2007). .....	262
<b>Tabla 3.5.</b> Cuadro asignaturas y textos plan Colegio de San Telmo de Sevilla y Málaga 1786. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786.....	272
<b>Tabla 3.6.</b> Plan de estudios Formación de los pilotos Escuela Náutica de Barcelona 1773. Fuentes: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.....	280
<b>Tabla 3.7.</b> Cuadro asignaturas y textos plan 1788. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo 1788. ....	287
<b>Tabla 3.8.</b> Plan de Estudios y textos según la Instrucción Winthuysen de 1790. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de M.N.M. Ms. 895.....	291
<b>Tabla 3.9.</b> Requisitos exámenes pilotines y pilotos Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786.....	300
<b>Tabla 3.10.</b> Requisitos exámenes pilotines y pilotos plan Winthuysen. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de M.N.M. Ms. 895	
<b>Tabla 4.1.</b> Relación autores y número de textos por siglos (XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras de náutica. ....	319
<b>Tabla 4.2.</b> Producción de obras de náutica por siglos y por lugares de edición (siglos XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras náuticas (Anexo 1).....	322
<b>Tabla 4.3.</b> Productividad de autores real y Ley Lotka (1926). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras de náutica.....	323
<b>Tabla 4.4.</b> Relación título/empleo/ocupación escritores textos náuticos 1519/1800. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del corpus de textos de navegación. ....	325
<b>Tabla 4.5.</b> Relación de autores españoles del Corpus de textos de “pilotage”, por lugar de edición profesión/título y número de textos editados. Fuente: Elaboración propia.	328
<b>Tabla 4.6.</b> Comparativa de los datos obtenidos en listado obras de náutica y textos corpus de “pilotage”. Fuente: Elaboración propia.....	329
<b>Tabla 5.1.</b> Composición porcentual de los textos por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	478

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura I.1.</b> Fases de la investigación histórica desarrollada. Fuente: Elaboración propia.	40
<b>Figura 1.1.</b> Vías para alcanzar los grados superiores de la Armada. Fuente: Goodman (2001, p. 326).	106
<b>Figura 1.2.</b> Solicitud de la Universidad de Mareantes al Rey para la concesión de privilegios de caballeros hidalgos para los maestros y pilotos. Fuente: M.N.M., Ms. 32, fol.336.	107
<b>Figura 1.3:</b> Estado que manifiesta el número de alumnos que estudian en esta Escuela de Navegación (Cartagena, 1801) con plaza y ración de gente de mar según el orden de suficiencia. Fuente: ANC, Caja 886. Libro nº 1.	113
<b>Figura 1.4.</b> Estado que manifiestan los alumnos de la Escuela Departamental de Navegación de Cartagena. Fuente: ANC. Caja 886. Libro nº 1.	116
<b>Figura 2.1.</b> Visión del Universo según Aristóteles. Fuente: Apiano, 1575, fol.3.	131
<b>Figura 2.2.</b> Calamita. Fuente: Sarnago, Elena (s.f).	135
<b>Figura 2.3.</b> La Rosa de los vientos. Fuente: Chaves, 1537, fol. s. n.	136
<b>Figura 2.4.</b> Carta portulana medieval (siglo XV). Fuente: Archivo de la Corona de Aragón	138
<b>Figura 2.5.</b> La Sonda. Fuente: Chaves, 1537, fol. s/n.	138
<b>Figura 2.6.</b> Cálculo del rumbo en la carta. Fuente: Museo Naval de Madrid. Estudios sobre instrumentos de Navegación.	139
<b>Figura 2.7.</b> Ampolleta. Fuente: Chaves, 1537, fol. s.n.	140
<b>Figura 2.8.</b> Toma de altura del Sol y Tablas de declinación del Sol. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.	145
<b>Figura 2. 9.</b> Explicación gráfica del procedimiento para el cálculo de la latitud observada en el instante de la meridiana. Fuente: Elaboración propia.	146
<b>Figura 2.10.</b> Explicación gráfica de la relación entre la latitud geográfica y la altura del polo celeste sobre el horizonte. Fuente: Ibáñez, 2000, p. 52.	147
<b>Figura 2.11.</b> Cuadrante de Reducción. Fuente: Gaztañeta, 1692, fol. 2.	152
<b>Figura 2.12.</b> Corredera de barquilla. Fuente: La piedra de Sísifo.	152

<b>Figura 2.13.</b> Ejemplo de cálculo de la longitud por cronómetro. Fuente: Mazarredo, 1790, pp. 180-181.....	157
<b>Figura 2.14.</b> Ejemplo de cálculo de la longitud por distancias lunares, tomado de Mendoza y Ríos, 1787, 2, pp. 376-377.....	159
<b>Figura 2.15.</b> El astrolabio. Fuente: Cortés, 1551, fol. lxxvii, reverso.....	161
<b>Figura 2.16.</b> El cuadrante. Fuente: Chaves, 1537, p. s.n.....	162
<b>Figura 2.17.</b> La ballestilla. Fuente: Chaves, 1537, p. s.n.....	163
<b>Figura 2.18.</b> Ballestilla de 4 sonajas. Fuente: Sánchez Reciente, 1749, p. 112. ....	164
<b>Figura 2.19.</b> El cuadrante de Davis. Fuente: Louzán, 2005, p. 375.....	165
<b>Figura 2.20.</b> El octante. Fuente: Archer, 1756, p. s.n. ....	167
<b>Figura 2.21.</b> Sextante. Fuente: Louzán, 2005, p. 463.....	169
<b>Figura 2.22.</b> Paso de la altura observada a la verdadera. Fuente: Urrutia s.f, Lección 22 p. 41.....	170
<b>Figura 2.23.</b> Cronómetro marino de finales del siglo XVIII. Fuente: Navegar y Navegar. ....	173
<b>Figura 2.24.</b> Carta Universal de Juan de la Cosa (1500). Fuente: Biblioteca virtual del Ministerio de Defensa.....	178
<b>Figura 2.25.</b> Carta universal de Diego Rivero (1529). Fuente: Biblioteca digital Real Academia de la Historia. ....	179
<b>Figura 2.26.</b> Carta de marear. Fuente: Medina, 1545, s.n. ....	181
<b>Figura 2.27.</b> Mapa general. Fuente: García de Céspedes, 1606, entre pp 125-126.....	183
<b>Figura 2.28.</b> Carta esférica de la costa de España en el Mediterráneo [...], 1786. Fuente: Tofiño, 1789. ....	188
<b>Figura 3.1.</b> Periodización de los estudios de piloto. Fuente: Elaboración propia. ....	196
<b>Figura 3.2.</b> Cartel anunciador de las lecciones en el Museo Matemático de Bilbao, 1742. Fuente: AGSM, SM, Leg. 0212. ....	226
<b>Figura 3.3:</b> Estado que manifiesta el número de alumnos que estudian en esta Escuela de Navegación (Cartagena, 1801) con plaza y ración de gente de mar. Fuente: ANC, Caja 886. Libro nº 1.....	296
<b>Figura 4.1.</b> Producción de textos de náutica 1519 -1800, relacionados por decenios. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos tomados del listado de obras de náutica... ..	320
<b>Figura 4.2.</b> Relación producción real/esperada de los autores de obras de náutica. Fuente Elaboración propia a partir de información tomada del listado de obras de náutica.....	324
<b>Figura 4.3.</b> Relación título/empleo/ocupación escritores de obras de náutica, por siglos (XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de los datos de las biografías de los autores.....	326



<b>Figura 5.1.</b> Frontispicio la <i>Suma de Geographia [...] de Fernández de Enciso (Sevilla, 1519)</i> .....	334
<b>Figura 5.2.</b> Composición porcentual de la <i>Suma de Geografía</i> de Fernández de Enciso (1519) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	335
<b>Figura 5.3.</b> Frontispicio del Tratado del Efphera [...] de Faleiro (Sevilla, 1535). .....	338
<b>Figura 5.4.</b> Composición porcentual del <i>Tratado del Efphera</i> de Faleiro (1535) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	339
<b>Figura 5.5.</b> Distancia navegada en leguas según rumbo seguido. Fuente: Faleiro, 1535, fol. s.n.....	341
<b>Figura 5.6.</b> Frontispicio del <i>Arte de Navegar</i> de Medina (Valladolid, 1545). .....	342
<b>Figura 5.7.</b> Composición porcentual del <i>Arte de Navegar</i> de Medina (1545) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	344
<b>Figura 5.8.</b> Número de leguas que se cuentan por grado en cada rumbo de la navegación. Fuente: Medina 1545, fol. xxiii reverso.....	346
<b>Figura 5.9.</b> Frontispicio <i>Breve compendio de la fsphera [...]</i> de Cortés (Sevilla, 1551). .	349
<b>Figura 5.10.</b> Composición porcentual del <i>Breve compendio de la fsphera [...]</i> de Cortés (1551) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	350
<b>Figura 5.11.</b> Cuarteo de la rosa de los vientos. Fuente: Cortés, 1551. fol. lxi verso. ....	352
<b>Figura 5.12.</b> Leguas navegadas por grado, según diversos rumbos. Fuente: Cortés, 1551, fol. lxxxviii verso.....	354
<b>Figura 5.13.</b> Construcción del instrumento para saber las horas y por demora sale y pone el Sol. Fuente: Cortés 1551, fol. xci reverso.....	355
<b>Figura 5.14.</b> Frontispicio del <i>Regimiento de Navegación [...]</i> de Medina (Sevilla, 1552). .	357
<b>Figura 5.15.</b> Composición porcentual del <i>Regimiento de Navegación</i> de Medina (1552) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	359
<b>Figura 5.16.</b> Cuarteo de la rosa de los vientos. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.....	361
<b>Figura 5.17.</b> Número de leguas que se cuentan por cada grado de altura que se haya subido o descendido. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n. ....	362
<b>Figura 5.18.</b> Demostración del movimiento que hace el Sol durante el año. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n. ....	362
<b>Figura 5.19.</b> Tabla de días de concurrientes desde 1552 hasta 1581. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n. ....	364
<b>Figura 5.20.</b> Posición de la Polar con respecto a las guardas según fecha. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n. ....	365
<b>Figura 5.21.</b> Frontispicio del <i>Compendio de la Arte de Navegar</i> de Zamorano (Sevilla, 1581).....	366
<b>Figura 5.22.</b> Composición porcentual del <i>Compendio de la Arte de Navegar</i> de Zamorano (1581) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	368
<b>Figura 5.23.</b> Partes más importantes de la aguja de marear. Fuente: Zamorano, 1581, fol.36 verso.....	371
<b>Figura 5.24.</b> Tablas de leguas de camino. Fuente: Zamorano, 1581, fol. 45 reverso. ....	374

<b>Figura 5.25.</b> Instrumento para en general juzgar las mareas. Fuente: Zamorano, 1581, fol. 54 verso.....	377
<b>Figura 5.26.</b> Construcción de un reloj de general. Zamorano, 1581, fol.55 reverso. ....	378
<b>Figura 5.27.</b> Frontispicio de <i>Hidrografía</i> [...] de Poza (Bilbao, 1585). ....	380
<b>Figura 5.28.</b> Composición porcentual de la <i>Hidrografía</i> de Poza (1585) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	382
<b>Figura 5.29.</b> Tabla nueva perpetua para saber las conjunciones del Sol y Luna, año 1583 -1601. Fuente: Poza, 1585, fol. 14 reverso. ....	384
<b>Figura 5.30.</b> Distancia navegada por cada grado de variación en altura. Fuente: Poza, 1585, fol. 31 verso. ....	385
<b>Figura 5.31.</b> Tabla reducida a leguas según el rumbo navegado. Fuente: Poza, 1585, fol. 32 reverso.....	386
<b>Figura 5.32.</b> Tabla reducida a grados y minutos según el rumbo navegado. Fuente: Poza, 1585, fol. 32 reverso.....	386
<b>Figura 5.33.</b> Tabla de las leguas que corresponden a una hora de diferencia, en alturas diferentes. Fuente: Poza, 1585, fol. 37 reverso.....	388
<b>Figura 5.34.</b> Frontispicio del <i>Regimiento de Navegación</i> [...] de García de Céspedes (Sevilla, 1606).....	390
<b>Figura 5.35.</b> Composición porcentual del <i>Regimiento de Navegación</i> de García de Céspedes (1606) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	391
<b>Figura 5.36.</b> La guarda delantera en el Norte, Oeste, Sur y Este., de arriba a abajo. Fuente: García de Céspedes (1606, fols. 37-36).....	398
<b>Figura 5.37.</b> Corrección a aplicar a la altura de la polar en función del rumbo de la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 39 reverso.....	399
<b>Figura 5.38.</b> Estrella Polar en el Este o en el Oeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 52 verso.....	401
<b>Figura 5.39.</b> Estrella Polar en el Nordeste o el Noroeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 52 reverso. ....	402
<b>Figura 5.40.</b> Estrella Polar en el Noroeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 53 verso.....	403
<b>Figura 5.41.</b> Tabla de leguas navegadas según el rumbo seguido. Fuente García de Céspedes, 1606, fol.54 verso.....	404
<b>Figura 5.42.</b> Vara y transversario de la ballestilla. Fuente García de Céspedes (1606, fol.59 reverso. ....	405
<b>Figura 5.43.</b> Partes del astrolabio. Fuente García de Céspedes, 1606, fol. 67 reverso...	407
<b>Figura 5.44.</b> Cuadrante para tomar la altura del Sol por grados y minutos. Fuente García de Céspedes, 1606, fol. 69 reverso. ....	408
<b>Figura 5.45.</b> Construcción del anillo náutico. Fuente García de Céspedes, 1606, fol.70 reverso.....	409
<b>Figura 5.46.</b> Tabla de las epactas, desde 15 de octubre del año 1582 al 1900. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 61verso.....	413

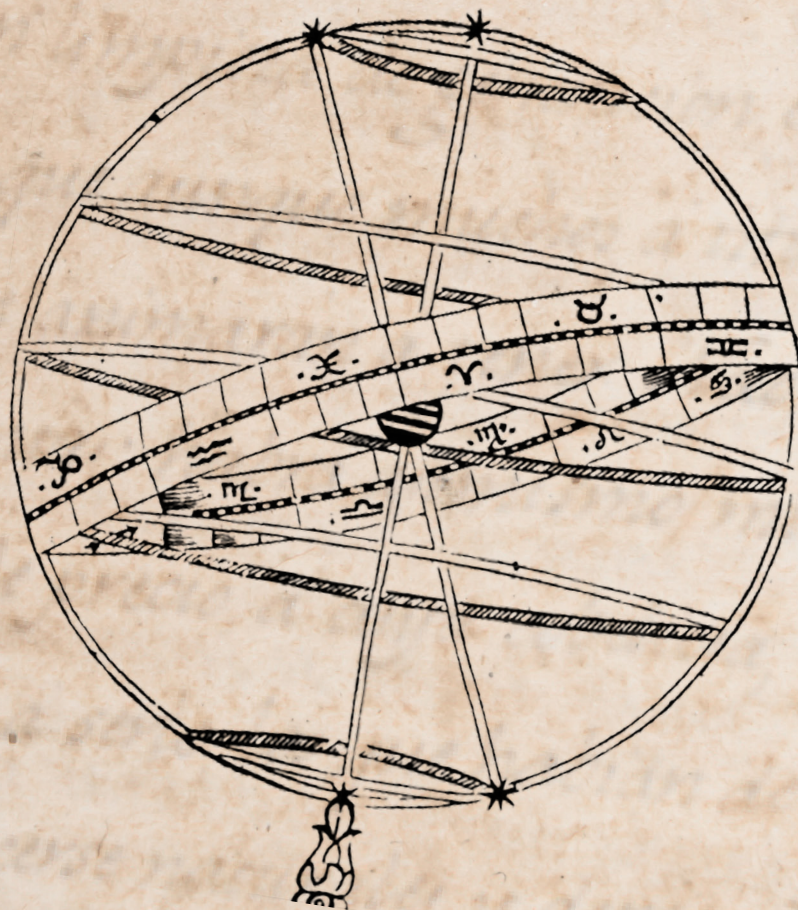
<b>Figura 5.47.</b> Tabla perpetua de las conjunciones de la Luna que acontecieron todo el año, supuesta cualquiera epacta. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 82 verso. ....	414
<b>Figura 5.48.</b> Instrumento para saber en qué rumbo está la Polar o la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 92 verso. ....	416
<b>Figura 5.50.</b> Instrumento para calcula la variación magnética por Estrella Polar y la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 96 reverso. ....	419
<b>Figura 5.51.</b> Cálculo de la distancia entre dos puntos conocidas sus coordenadas geográficas. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 110 reverso. ....	421
<b>Figura 5.52.</b> Cálculo de la distancia entre dos puntos conocidas las coordenadas geográficas (segundo supuesto). Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 111 verso. ....	422
<b>Figura 5.53.</b> Forma de medir distancias con regla y compás.. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 111 reverso. ....	423
<b>Figura 5.54.</b> Frontispicio del <i>Compendio de la Arte de Navegación</i> [...] de Cedillo (Sevilla, 1717). ....	427
<b>Figura 5.55.</b> Composición porcentual del <i>Compendio de la Arte de Navegación</i> de Cedillo (1717) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	429
<b>Figura 5.56.</b> Frontispicio del <i>Tratado de la Cosmographia y Nautica</i> de Cedillo (Cádiz, 1745). ....	436
<b>Figura 5.57.</b> Composición porcentual del <i>Tratado de la Cosmographia y Nautica</i> de Cedillo (1745) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	437
<b>Figura 5.58.</b> Frontispicio del <i>Tratado de Navegación Theorica, y Practica</i> de Sánchez Reciente (Sevilla, 1749). ....	441
<b>Figura 5.59.</b> Composición porcentual del <i>Tratado de Navegación Theorica, y Practica</i> de Sánchez Reciente (1749) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	442
<b>Figura 5.60.</b> Frontispicio de las <i>Lecciones Nauticas</i> de Archer (Bilbao, 1756). ....	447
<b>Figura 5.61.</b> Composición porcentual de las <i>Lecciones Nauticas</i> de Archer (1756) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	449
<b>Figura 5.62.</b> Frontispicio del <i>Compendio de Navegación</i> de Juan (Cádiz, 1757). ....	455
<b>Figura 5.63.</b> Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar las diferentes representaciones en la carta y el valor del Apartamiento a medida que nos vamos acercando a los polos. Fuente: Juan, 1757, figs. 23-24. ....	459
<b>Figura 5.64.</b> Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar el cálculo del valor del y del error que se incurre al tomar ese valor. Fuente: Juan, 1757, figs. 29-30. ....	461
<b>Figura 5.65.</b> Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar las correcciones que se deben hacer en la navegación. Fuente: Juan, 1757, figs. 33-34. ....	462
<b>Figura 5.66.</b> Diario de navegación. Fuente: Juan 1757, p. 177. ....	463
<b>Figura 5.67.</b> Frontispicio del <i>Marinero Instruido</i> de Barreda (Sevilla, 1765). ....	465
<b>Figura 5.68.</b> Composición porcentual del <i>Marinero Instruido</i> de Barreda (1765) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia. ....	467
<b>Figura 5.69.</b> Frontispicio de <i>Suite du Cours de Mathématiques</i> de Bézout (Paris, 1781). ....	470

<b>Figura 5.70.</b> Composición porcentual de <i>Suite du Cours de Mathématiques</i> de Bézout (1781) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.....	471
<b>Figura 5.71.</b> Figuras empleadas por Bézout (1781) para ilustrar las correcciones que se deben hacer en la navegación. Fuente: Bézout (1781), figs. 9-17. ....	473
<b>Figura 6.1.</b> Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo de la refracción astronómica. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n.....	488
<b>Figura 6.2.</b> Tablas de corrección por refracción astronómica. Fuente: Cedillo, 1745, p. 131-132. ....	489
<b>Figura 6.3</b> Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo de la corrección por depresión del horizonte. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n. ....	490
<b>Figura 6.4.</b> Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Cedillo, 1745, p. 132.....	490
<b>Figura 6.5.</b> Tabla de corrección por refracción astronómica. Fuente: Archer, 1756, p. 133.....	492
<b>Figura 6.6.</b> Figura con la que Archer ilustra la corrección por paralaje. Fuente Archer, 1756, p. s.n.....	493
<b>Figura 6.7.</b> Figura con la que Archer ilustra la corrección por depresión del horizonte. Fuente Archer, 1756, p. s.n.....	494
<b>Figura 6.8.</b> Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Archer, 1756, p. 134.....	494
<b>Figura 6.9.</b> Figura con la que Juan ilustra la corrección por refracción astronómica. Fuente: Juan, 1757, p. s.n. ....	496
<b>Figura 6.10.</b> Tablas de corrección por refracción astronómica. Fuente: Juan, 1757, p. 171..	497
<b>Figura 6.11.</b> Figura con la que Juan ilustra la corrección por depresión del horizonte. Fuente: Juan, 1757, p. s.n. ....	498
<b>Figura 6.12.</b> Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Juan, 1757, p. 173.	498
<b>Figura 6.13.</b> Tablas de corrección por depresión del horizonte y por refracción astronómica. Fuente: Barreda, 1766, pp. 177-178.....	499
<b>Figura 6.14.</b> Figura con la que García de Céspedes ilustra el cálculo de la tabla de declinación de las partes del Zodíaco. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 12 verso. ..	501
<b>Figura 6.15.</b> Figura con la que García de Céspedes ilustra el cálculo de la altura del Polo según la guarda delantera esté en el norte, oeste, sur y este, de arriba a abajo. Fuente: García de Céspedes, 1606, fols. 37-36.....	502
<b>Figura 6.16.</b> Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n.....	504
<b>Figura 6.17.</b> Ejemplo con el que Cedillo ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Cedillo, 1745, p.166.....	505
<b>Figura 6.18.</b> Figura con la que Archer ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Archer, 1756, p. s.n.....	506

<b>Figura 6.19.</b> Ejemplo con el que Archer ilustra el cálculo del azimut, resuelto por logaritmos. Fuente: Archer, 1756, pp. 122-123.....	507
<b>Figura 6.21</b> Figura con la que Juan ilustra el cálculo del azimut. Fuente: Juan, 1757, p. s.n.	508
<b>Figura 6.21</b> Ejemplo con el que Juan ilustra el cálculo del azimut. Fuente: Juan, 1757, p. 33.....	509
<b>Figura 6.22.</b> Figuras empleadas por Barreda para ilustrar el cálculo del azimut. Fuente: Barreda, 1765, p. s.n. ....	511
<b>Figura 6.23.</b> Ejercicio resuelto empleado por Barreda para ilustrar el cálculo del azimut. Fuente: Barreda, 1765, p. 104- 106.....	512
<b>Figura 6.24.</b> Figura con la que Archer ilustra la descripción de octante. Fuente: Archer, 1756, p. s.n.....	514
<b>Figura 6.25.</b> Figura con la que Juan ilustra la descripción de octante. Fuente: Juan, 1757, p. s.n. ....	517
<b>Figura 6.26.</b> Figura con la que Barreda ilustra la descripción de octante. Fuente: Barreda, 1765, p. s.n.....	518
<b>Figura 7.1.</b> Vigencia didáctica de los textos del corpus de “Pilotage”. Fuente: Elaboración propia.....	555



# INTRODUCCIÓN







La historia de la navegación marítima es apasionante. Tal como describe Alton B. Moody, esta incluye

the hopes, fears, superstitions and thoughtful observations of many individuals over a very long period of time. Early man sensed the value of celestial observations as a means of providing guidance at sea, where no landmarks were available and electronic signals were unknown, but lacked the knowledge and instruments needed fully to utilize this source of guidance. There was something frightening about putting to sea under these conditions, and a widespread fear of what might happen if one reached the physical boundary of the earth offered little comfort to those with sufficient curiosity to set forth into the unknown. As a result, only the more intrepid adventurers deliberately attempted long voyages out of sight of land. But there were hardy individuals in various periods who sought to widen the horizon of man's knowledge. Little by little nature grudgingly yielded to these attempts, and the story of this struggle is the story of the progress of man. Certainly there is no more captivating story than that relating to man's attempt to 'discover' the longitude at sea, and many there were who despaired of a practical solution ever being found. (Cotter, 1968, preface)

Por ello, no es de extrañar que, dentro de esta historia, nos llame especialmente la atención la evolución de la figura de las personas encargadas de la dirección náutica de las naves: los pilotos. También resulta de gran interés el periodo en el que la navegación dejó de ser un arte para convertirse en ciencia, gracias a los avances producidos en distintas ramas científicas y técnicas.

Resulta evidente que el desarrollo de la navegación científica tuvo necesariamente que repercutir de forma importante en los pilotos y en su formación. De la combinación de estas dos áreas de interés surge el trabajo de investigación realizado, que hemos circunscrito al ámbito geográfico español, y que ahora sintetizamos en esta memoria de tesis doctoral.

## JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO

El interés por este tema entronca con mi formación y mi actividad profesional como capitán de la marina mercante, que me llevó a interesarme por los temas que hacían referencia a los marinos y, especialmente, a su formación a través del tiempo. La primera lectura de Arroyo (1989) me dio una perspectiva general, que me facilitó la inmersión en un mundo desconocido para mí, hasta ese momento, a la vez que me proporcionó el acceso a bibliografía adicional para poder profundizar en la formación de los pilotos y su evolución. De este modo, cuando decidí iniciar mis estudios de doctorado, tenía también decidido el tema sobre el que versaría mi tesis doctoral: los pilotos.

La lectura de otras tesis doctorales que trataban de una forma tangencial sobre los pilotos (Alia Plana, 2001), los textos (Iglesias, 2000; Ibáñez 2000), los instrumentos (Louzán, 2005), las matemáticas en los estudios náuticos (Manterola, 2016) o la astronomía náutica (Suay, 2000), junto con las indicaciones de la profesora Itsaso Ibáñez directora de este trabajo, me hicieron decidir por el estudio de los pilotos en un periodo en el que se pudiese determinar de una forma clara el tránsito del “Arte de Navegar” a la “Navegación Astronómica Científica”, definida por García Franco (1947) como:

[...] la navegación astronómica científica, practicada cuando el marino pierde las costas de vista, y en la que los métodos de cálculo para obtener el punto se auxilian de tablas logarítmicas y especiales, buenos sextantes y aceptables cronómetros. Puede decirse que la “navegación astronómica” no fué dueña del mar hasta que se perfeccionó el método de distancias lunares. (vol.2, p. 128)

Ya sabíamos lo que queríamos investigar, faltaba cómo íbamos a acometer la investigación. Para esa tarea, ha sido fundamental la gran obra científica de la doctora Ibáñez sobre los pilotos en el siglo XIX que abarca: los métodos de posicionamiento astronómico en la mar, los diversos centros en donde se formaron, los planes de estudio y los textos, a la vez que sus estudios sobre la evolución de la navegación astronómica y los tratados

de náutica españoles siglos XVI al XVIII. Por otra parte, su contribución a una nueva definición de navegación adaptada a lo que en la actualidad constituye la enseñanza de la navegación marítima en las Universidades y por último, su aportación a la investigación de textos mediante la creación de un método exprofeso para los textos de náutica.

En este trabajo trataremos de determinar el instante en el cual se inició ese proceso en España y su duración, teniendo en cuenta las corrientes existentes:

- La defendida por Sellés y Lafuente (1984) que, desde una perspectiva personalizadora, centra el cambio de paradigma en la persona de Jorge Juan a través del *Compendio de Navegación* (1757).
- La defendida por Ibáñez (2000) que se fundamenta en considerar que “El siglo XVII supuso un siglo de transición para el arte de navegar” (p. 88) la transición se inició en el siglo XVII con la introducción de las correcciones a las alturas observadas, la astronomía y el triángulo de posición en los manuales de navegación y culminó con la obtención de la longitud en la mar mediante el método de las distancias lunares y el método de los cronómetros marinos.
- La encabezada por García Garralón (2009) que considera que la implantación en 1778 del método de enseñanza de las matemáticas y las facultades náuticas en las tres clases en el Real Colegio Seminario de Santelmo de Sevilla, constituyó la prueba del cambio en la formación de los pilotos, expresándolo con las siguientes palabras:

“Los estudios basados en la navegación de estima fueron superados por una navegación basada en fundamentos científicos, produciéndose de ese modo una evolución desde el ‘arte de navegar’ a la ‘ciencia de la navegación’”(p. 331).

Continúa García Garralón (2009) que este proceso se inició:

A partir de la publicación del *Compendio de Navegación* de Jorge Juan se empezó a exigir de los pilotos, particularmente de los oficiales de marina salidos de la Academia gaditana, el conocimiento de los fundamentos matemáticos de los distintos problemas, aplicándose una racionalidad de corte científico al tratamiento de determinadas situaciones que, hasta el momento, se habían confiado únicamente a la experiencia del piloto (p.331).

Con ello, García Garralón (2009), en lo que se refiere a la formación, establece dos momentos diferentes en la transición: uno en 1757 para los oficiales de marina y otro en 1778 para los pilotos santelmistas.

Para poder llevar a cabo esta investigación, consideramos necesario iniciar el estudio en el momento en que se regularizó la formación de los pilotos en 1508, instante en el cual, de una forma rudimentaria, los pilotos debían saber obtener la latitud por la observación de la altura del Sol y la de la Estrella Polar, hasta que mediante métodos cronométricos y astronómicos la ciencia posibilitó calcular la longitud en la mar. El estudio de este periodo ha permitido fijar en qué instante se dio la transición a la navegación astronómica científica y cómo afectó a la formación de los pilotos.

En España, en este lapso, de una forma lenta, se fueron introduciendo en los cálculos de la posición en la mar los adelantos científicos y técnicos de cada momento, junto con la utilización del aparato matemático. Así, García de Céspedes (1606) en su *Regimiento de Navegación* introduce la utilización de la aritmética, la geometría euclidiana, la trigonometría plana y esférica y considera un error, aunque pequeño, la no aplicación de la corrección por paralaje a las alturas observadas de los astros. Pedro M. Cedillo (1717) en el *Compendio de la Arte de Navegar* da a conocer el cuadrante de dos arcos; y en el *Tratado de Cosmografía y Nautica* (1745) ya utiliza el triángulo de posición resolviéndolo mediante el uso de logaritmos y aplica las siguientes correcciones a las alturas observadas: paralaje, refracción astronómica, semidiámetro

y depresión del horizonte. Miguel Archer (1756) en sus *Lecciones Nauticas* introduce el octante y utiliza, al igual que Cedillo, el triángulo de posición, los logaritmos y las correcciones a las alturas observadas por refracción, paralaje, por semidiámetro y por depresión del horizonte. En 1786, el *Cours de Mathématiques* (1781) de Bezout, introduce el cálculo de la longitud en la mar por distancias lunares y por cronómetro. Es por eso por lo que puede considerarse que con el texto de Bezout (1781) culminó en España el proceso de transición a la navegación astronómica científica en los textos utilizados en la formación de los pilotos.

Este trabajo está delimitado temporalmente entre los siglos XVI al XVIII, periodo en el que la ciencia evolucionó pasando del arte de navegar a la navegación astronómica científica. Mientras la delimitación espacial de la investigación se circunscribe al ámbito de los lugares del territorio español en donde se formaron los pilotos.

La investigación comprende las siguientes variables conceptuales:

- Los pilotos
- Los pilotos de la Armada
- La navegación
- Los centros de formación
- Los planes de estudios
- Los textos de “pilotage” o navegación

Durante el periodo objeto de esta investigación, miembros de dos cuerpos de la Armada (Cuerpo General y Cuerpo de Pilotos) también recibieron formación náutica.

Los guardiamarinas a partir de 1717<sup>1</sup> y los pilotos de la Armada a partir de la creación de este cuerpo en 1748, hasta su extinción en 1846<sup>2</sup>. Al estar centrada esta investigación en la formación de los pilotos, se ha excluido deliberadamente de este estudio la formación que recibieron los guardiamarinas.

Por otra parte, los pilotos de la Armada, aunque compartieron la denominación de “pilotos” con los de la Carrera de Indias y los de las flotas particulares, en principio, la finalidad de su instrucción era diferente. Mientras a estos últimos se les preparaba para dirigir el buque, a los primeros únicamente se les preparó para ser técnicos de la navegación, siendo encuadrados desde su origen, dentro del grupo de ‘oficiales de mar’, considerado este un nivel subalterno en el organigrama de la Armada. Esto es, en la cadena de mando a bordo de los buques de la Armada, se situó a los pilotos por debajo incluso de los guardiamarinas, que recordamos se trataba de alumnos aspirantes a oficiales de marina. El motivo que nos lleva a incluir en esta investigación a los pilotos de la Armada es debido a que, desde la creación de este cuerpo en 1748, el futuro de las enseñanzas náuticas quedó vinculado a la Armada que, no solo se encargó de examinar y expedir títulos de pilotos -tanto particulares como de la Armada-, sino también de crear Escuelas de Náutica, diseñar o aprobar sus planes de estudios, o nombrar a su profesorado.

---

1 Mediante la Ynstruccion para el gobierno, educación, enseñanza y servicio de los Guardiamarinas, y obligación de sus Oficiales y Maestros de Facultades, dada por José Patiño el 12 de marzo de 1717, publicada el 15 de abril de 1718 se creó el Cuerpo de Guardiamarinas con el objetivo de formar oficiales, entre los miembros de la nobleza para mandar las Escuadras y buques de la Armada, (Moreo Moreno, 2017). La primera Academia para la formación de guardiamarinas se puso en marcha en el Departamento Marítimo de Cádiz en 1717 y, posteriormente, en 1777, se fundaron academias similares en los Departamentos de Cartagena y El Ferrol. (Blanco Nuñez, 2017).

2 El Cuerpo de Pilotos de la Armada se creó por el Tratado Cuarto de las Ordenanzas Generales de Armada de 1748, denominado “De la obligación de los Pilotos y otros Oficiales de Mar”, donde sienta las bases para la creación de este cuerpo en dos títulos: el primero, que trata del piloto mayor de la Armada a través de 42 artículos, y el segundo, de la obligación de los pilotos embarcados, al que le dedica 32 artículos. El cuerpo se declaró a extinguir por Real Orden de 23 de octubre de 1846 (Blanca Carlier, 1979). Fernández Duro (1879) data la orden de extinción del Cuerpo de Pilotos a 1847 y lo relaciona con el declive de las Academias de Pilotos en 1845 y la creación del Colegio Naval Militar en San Carlos. Por otra parte García Garralón (2011) vincula la creación del Cuerpo de Pilotos como una medida temporal hasta conseguir que los oficiales del Cuerpo General estuviesen en disposición de gobernar los buques y eso ocurrió en 1846, lo que motivó su extinción.

La navegación, los centros de formación, los planes de estudios y los textos de “piloteo” o navegación, se incluyen por ser variables dependientes en las que nos apoyamos para describir la investigación realizada.

No se incluyen en esta investigación, los buques ni, a pesar de su importancia, los diarios de navegación. El estudio de estos diarios podría dar luz sobre cómo afectó a la práctica de la navegación la transición a la navegación astronómica científica y si la formación teórica de los pilotos tuvo aplicación en la navegación práctica, mediante el empleo a bordo de los métodos astronómicos de posicionamiento del momento. A pesar de su interés, posponemos su estudio, debido a su considerable extensión y a los necesarios límites del presente trabajo.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

Esta tesis parte con un propósito general que queda definido por los objetivos generales del mismo. Para alcanzarlos, es necesario establecer con detalle las fases del proyecto, las actividades a realizar, los resultados específicos de cada una de ellas y cómo se relacionan entre sí. Los objetivos específicos son precisamente los que detallan los procesos necesarios para la completa realización del proyecto, asegurando la consecución de las metas propuestas.

A continuación, se plantean los objetivos generales y específicos de nuestra investigación, así como las hipótesis de partida que orientarán el proceso, permitiendo llegar a conclusiones concretas.

### **Objetivos generales**

En esta investigación nos proponemos fijar cómo fue la transición a la navegación astronómica científica y cómo afectó a la formación de los pilotos españoles.

## Objetivos específicos

Los objetivos específicos que nos planteamos para alcanzar los generales propuestos son:

**OE 1:** Buscar, localizar, acopiar y analizar las fuentes y las referencias bibliográficas.

**OE 2:** Describir la importancia que tuvieron en la evolución de la formación de los pilotos en España: el Colegio de San Telmo de Sevilla y las Escuelas de Náutica de Bilbao y Barcelona.

**OE 3:** Analizar la importancia de las Escuelas Departamentales de Navegación de la Armada en la formación de los pilotos particulares y en el nacimiento y desarrollo de las Escuelas de Náutica.

**OE 4:** Evaluar los distintos planes de estudios de la formación de los pilotos. En especial:

- La repercusión de la implantación y derogación del plan de estudios de 1786 para los pilotos del Colegio de San Telmo de Sevilla.
- Lo que significó el plan Winthuysen (1790) en relación a los planes de estudio anteriores.

**OE 5:** Verificar la conexión entre lo legislado para la formación de los pilotos y su aplicación.

**OE 6:** Estudiar la influencia de la Armada en la formación de los pilotos.

**OE 7:** Identificar los aspectos clave que marcan la transición del “arte de navegar” a la “navegación astronómica científica”.

**OE 8:** Identificar los agentes que intervinieron en la transición a la navegación astronómica científica.

**OE 9:** Contrastar si el estamento del que procedían los pilotos fue determinante para su desarrollo profesional y técnico.



**OE 10:** Determinar el proceso y el momento de la transición a la navegación astronómica científica en España, a través de la ciencia, la formación de los pilotos y de los textos empleados en su instrucción.

## **Hipótesis**

Tras la lectura de referencias bibliográficas, formulamos algunas hipótesis que deseábamos corroborar y que han guiado nuestro trabajo, en el sentido expresado por Suárez-Iñiguez (2005) en el que las hipótesis deben realizarse después haber estudiado de forma extensa el tema tratado y plantearse para ser corroboradas. Este enfoque se diferencia del adoptado por Popper (1994) en el que la hipótesis debe actuar como una guía que desemboque en nuevos resultados observacionales, o el adoptado por Kuhn (2017) que señala que la hipótesis nos permite descubrir parcelas de la historia no exploradas por el autor.

Las hipótesis que nos planteamos son:

**H1:** La enseñanza recibida por los pilotos no siempre fue la adecuada.

**H2:** La creación del Cuerpo de Pilotos de la Armada condicionó el desarrollo científico, académico y profesional de los pilotos particulares.

**H3:** El plan de estudios para la formación de los pilotos establecido en la Escuela de Náutica de Bilbao en 1742, supuso la transición a la navegación astronómica científica.

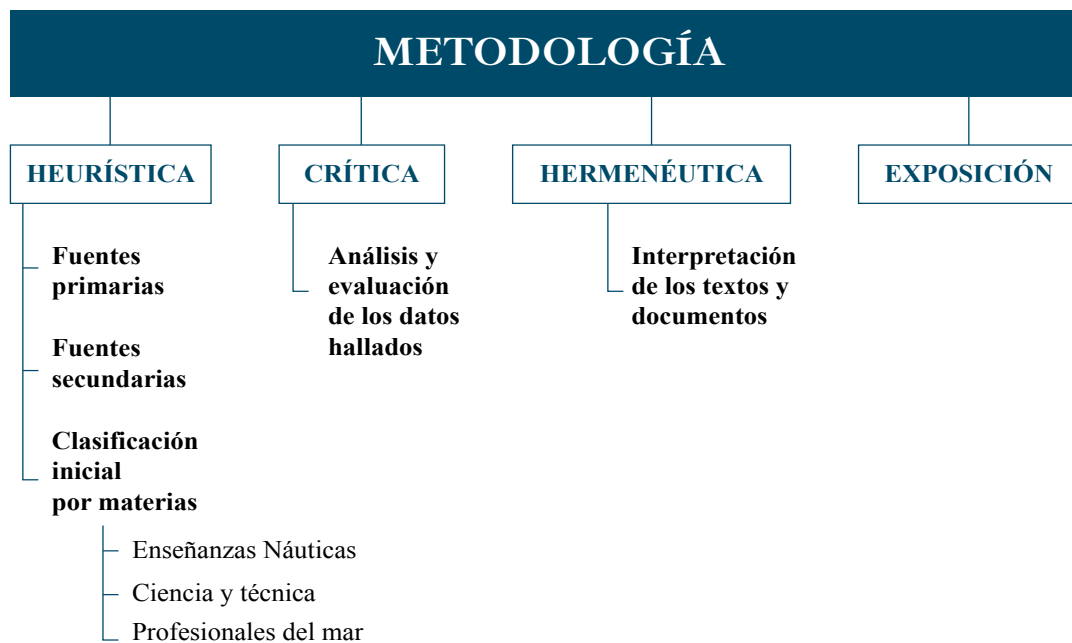
**H4:** Las *Lecciones Náuticas* (1756) de Miguel Archer marcaron la transición a la navegación astronómica científica en los textos dedicados a la formación de los pilotos españoles.

**H5:** Las Escuelas Departamentales de Navegación constituyeron el antecedente de las Escuelas de Náutica.

**H6:** El plan de estudios Winthuysen (1790), significó la culminación del retroceso en la formación de los pilotos.

## METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación hemos seguido el método histórico que, nos ha permitido reunir evidencias de hechos ocurridos, hacer una aproximación histórica del problema a tratar y fijar su dimensión histórica. El proceso seguido en cada una de sus fases: la heurística, la crítica, la hermenéutica y la exposición, se representa de forma esquemática en la figura I.1.



**Figura I.1.** Fases de la investigación histórica desarrollada. Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, hemos realizado una búsqueda de las fuentes y la bibliografía más relevante para nuestro estudio. Hay que señalar que esta búsqueda se ha prolongado más allá de las etapas iniciales de este proyecto por las propias necesidades que su desarrollo iba planteando.

La bibliografía relacionada sobre el tema se ha localizado fundamentalmente a partir de bases de datos, bibliotecas físicas y virtuales. Inicialmente consistió en libros y artículos básicos, relacionados con las Enseñanzas Náuticas: con la Ciencia y la Técnica y con los Profesionales del Mar.

De igual modo, se han utilizado catálogos de biblioteca<sup>3</sup> y repertorios bibliográficos sobre obras de referencia marítima como: Fernández de Navarrete (1846, 1851), Picatoste y Rodríguez (1891), Palau Claveras (1943). A partir de los primeros se ha cimentado la base bibliográfica de esta memoria, mientras que a partir de estos últimos se ha elaborado el catálogo de obras de náutica, siguiendo una metodología que se explicará más adelante.

Estas fuentes de información bibliográfica nos han permitido reunir una amplia bibliografía sobre Enseñanzas Náuticas, Ciencia y Técnica y Profesionales del Mar, que abarca fundamentalmente los textos y artículos de los ámbitos de conocimiento correspondientes a Filosofía, Historia de la Ciencia, Ciencias de la Tierra, Matemáticas, Sociedad y Comportamiento, Ciencias y Técnicas de la Navegación.

La documentación procedente de los fondos de diferentes archivos también nos ha permitido conocer de primera mano aspectos fundamentales tanto de la formación de los pilotos como de la biografía de alguno de los autores de textos náuticos que se analizan.

Además de los textos de náutica analizados, a los que se hará referencia más adelante, se han empleado otras fuentes documentales, en concreto, manuscritos procedentes de los fondos digitalizados del Portal de Archivos Españoles (PARES)<sup>4</sup>, así como de los fondos de los siguientes archivos:

---

3 Como los de la Universidad del País Vasco, la Universidad de les Illes balears, los de la pública de Palma “Can Sales”, la Nacional de España, la virtual Miguel de Cervantes, la virtual de Defensa, Library of Congress de Washington, la Nationale de Francia, la Nacional de Portugal y la British Library de Londres.

4 Disponible on-line en: <http://pares.mcu.es/>

- Archivo Histórico Universitario de Sevilla (AHUS)
- Archivo General de Indias (AGI), ambos en Sevilla
- Archivo General de Marina (AGMAB), en el Viso del Marqués, Ciudad Real
- Archivo General de Simancas (AGS), en Simancas, Valladolid
- Archivo Naval de Cartagena (ANC), en el Arsenal Militar de Cartagena
- Museo Naval de Madrid (MNM), en Madrid

A continuación, hemos localizado la bibliografía relacionada con el tema acudiendo a bases de datos, bibliotecas físicas y virtuales, así como a diversos buscadores y repositorios virtuales:

- Biblioteca digital mundial<sup>5</sup>
- Biblioteca digital Vasca<sup>6</sup>
- Biblioteca Pública de Palma Can Sales
- Biblioteca Universidad Illes Balears
- Biblioteca Universidad del País Vasco
- Biblioteca Universidad de Sevilla
- Biblioteca Universal Mundial<sup>7</sup>
- Biblioteca virtual Miguel de Cervantes<sup>8</sup>

---

5 Disponible on-line en: <https://www.wdl.org/es/>

6 Disponible on-line en: <http://www.liburuklik.euskadi.net/?locale=es>

7 Disponible on-line en: <http://www.biblioteca.org.ar/>

8 Disponible on-line en: <http://www.cervantesvirtual.com/>

- Dialnet<sup>9</sup>
- Google Books<sup>10</sup>
- Google Scholar<sup>11</sup>
- Revista General de Marina 1877/2016<sup>12</sup>
- Revista de Historia Naval 2005/2016<sup>13</sup>.
- Scopus<sup>14</sup>
- WoS<sup>15</sup>

En lo que se refiere a las fuentes documentales, hemos trabajado siempre con originales, lo que nos ha evitado realizar comprobaciones y comparaciones para certificarlos, en cuanto a los textos se ha verificado que no estuviesen dañados ni le faltasen hojas, también se han comprobado las correcciones de las erratas, se han transcrito literalmente respetando su contenido, en cuanto han surgido dudas por la grafía empleada en el documento, se han resuelto, bien con la ayuda de la directora de esta tesis o mediante la comparación con otras transcripciones localizadas. En cuanto a los textos se ha respetado su literalidad y su sentido.

---

9 Disponible on-line en: <https://dialnet.unirioja.es/>

10 Disponible on-line en: <http://books.google.com>

11 Disponible on-line en: <https://socialmediaeninvestigacion.com/google-scholar-buscador-academico/>

12 Disponible on-line: <http://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/revistas/numeros-por-revista?R=a3c2896b-fb63-65ab-9bdd-ff0000451707>

13 Disponible on-line en: [http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/mardigital\\_revistas/prefLang\\_en/03\\_revistaHistoriaNaval--01\\_catalogoRevista](http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/mardigital_revistas/prefLang_en/03_revistaHistoriaNaval--01_catalogoRevista)

14 Disponible on-line en : <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri>

15 Disponible on-line en: <https://biblioguias.uam.es/tutoriales/WOS>

En la redacción de esta memoria el sistema de citas y referencias bibliográficas empleado es el *American Psychological Association. Sixth Edition* (APA 6ª edición).

## **Metodología para la comparación de textos**

La evaluación se ha realizado de acuerdo con la metodología confeccionada ex profeso para los textos de náutica establecida por Ibáñez y Llombart (2001) en la que tiene en cuenta: los aspectos generales (véase tabla I.1), los contenidos concretos (véase tabla I.2) y la adecuación de los textos a la docencia.

La comparación de textos se ha sistematizado en tres fases, también siguiendo a Ibáñez y Llombart (2001):

### **Los aspectos generales**

En esta fase se evalúan los aspectos que hacen referencia a su presentación física y a su contenido intelectual. En cuanto a la presentación física se evalúa la cubierta, el gramaje del papel, la encuadernación, el peso, el tamaño, la tipografía del papel, el interlineado, los márgenes, la paginación y la inclusión de un índice o tabla de contenidos. Por la naturaleza de las obras investigadas, no siempre es posible contar con los originales, motivo por el cual muchos de los parámetros incluidos no es posible evaluarlos. Al ser los textos a evaluar elementos educativos difusores del conocimiento náutico, los aspectos tenidos en cuenta son: el autor a través de su trayectoria profesional, las fuentes utilizadas, otras publicaciones, reseñas realizadas a su obra, así como las reediciones; los elementos constitutivos de la obra donde se destaca la finalidad de la misma y la aportación de un índice que de acceso a la información contenida en el texto; la estructuración de los contenidos en secuencias lógicas que faciliten el aprendizaje.

**Tabla I.1.** Aspectos generales de los textos. Fuente: Ibáñez y Llobart, 2001, pp. 136.

<b>Aspectos Generales</b>	
<b>Presentación física</b>	
<b>Manejo</b>	Formato
	Peso (Páginas/volumen)
<b>Tipografía</b>	Divisiones
	Tipo de letra claridad y tamaño
	Extensión de la línea
	Combinación tipos de letra
<b>Contenido intelectual</b>	
<b>Factores externos</b>	
<b>Autor</b>	Trayectoria profesional
	Otras publicaciones
<b>Recensiones</b>	Biográficas
	Bibliográficas
<b>Reediciones/ Reimpresiones</b>	Número
	Fecha
<b>Factores internos</b>	
<b>Elementos constitutivos</b>	Partes
	- información adicional
	- finalidad
	- uso
	- advertencias
	- fuentes
<b>Cobertura temática</b>	Índices
	Materia
	Amplitud
	Lecturas complementarias
<b>Estructura del contenido</b>	Clasificación
	Ponderación
	Secuencia
	Estilo
<b>Tratamiento de cada área temática</b>	Véase “Comparación de contenidos concretos”

## Comparación de contenidos concretos

Los contenidos a comparar están relacionados con aquellos elementos que impulsaron la navegación astronómica científica y posibilitaron, como veremos en los capítulos siguientes, el cálculo de la longitud en la mar a falta de tablas de distancias lunares, en el que ya se habían completado todos los demás elementos. Así como los considerados por los autores de las distintas corrientes estudiadas: de la definición dada de *Náutica/Navegación por Juan* (1757) a la que aluden Sellés y Lafuente (1984) para asegurar que unido a la introducción del tratamiento matemático de los problemas deducidos desde principios teóricos, con el texto de Juan empieza la andadura de nueva ciencia náutica; los considerados por Ibáñez (2000) en el que señala como elementos de la transición, cuando en los textos empiezan a reflejar las correcciones a las alturas, observadas, la aplicación de la trigonometría esférica y los logaritmos; a lo que añadimos lo señalado por García Franco (1947) referente a que los octantes y sextantes de reflexión fueron inventados para medir distancias lunares. De los que extraeremos los contenidos a comparar: definición de *Náutica/Navegación*, correcciones a las alturas observadas, aplicación de la trigonometría esférica, los logaritmos y el octante.

A la cobertura temática y la estructuración de contenidos (véase tabla. I.2). realizados en los aspectos generales hay que tener en cuenta la objetividad en el tratamiento del tema y la exposición. En cuanto a la objetividad en el tema atendemos al valor científico, la exactitud, la claridad de los conceptos desarrollados, así como prestando especial atención a los errores o inexactitudes y en el caso de los textos que han sido reeditados comprobar si han sido corregidos o aumentados. En la exposición se tendrá en cuenta la claridad y sencillez del estilo, la utilización de notaciones simbólicas, figuras y ejemplos para una mayor comprensión de lo expuesto.



**Tabla I.2.** Aspectos concretos de los textos. Fuente: Ibáñez y Llombart, 2001, pp. 141.

<b>Comparación de contenidos concretos</b>	
<b>Cobertura temática</b>	Materia
	Amplitud
	Ponderación
	Lecturas complementarias
<b>Organización del contenido</b>	Clasificación
	Secuencia
	Fiabilidad y exhaustividad
<b>Objetividad</b>	Omisiones
	Reiteraciones
	Errores
	Reediciones
	Actualizaciones
<b>Exposición</b>	Código lingüístico
	Vocabulario
	Estilo
	Catalizadores cognoscitivos
	Resúmenes
	Esquemas
	Elementos tipográficos
	Ejemplos e ilustraciones
	Número, tamaño y calidad
	Situación
	Interpretación
Cualidad documental	

### **Adecuación de los textos a la docencia**

En esta fase se presta especial atención a la comparación de los contenidos desarrollados con la evolución de la disciplina. En donde tendremos en cuenta no sólo las aportaciones originales de los autores sino también a la modernidad de sus contenidos. Hemos tratado de delimitar la banda de modernidad, teniendo en cuenta la edición de

cada uno de los textos analizados que se han utilizado en la formación de los pilotos y el estado de la ciencia y técnica aplicada a la navegación, en ese momento y como referencias, la definición de banda de modernidad correspondiente a su época dada por Hormigón (1995) “La banda de modernidad de cada momento histórico no puede estar definida por la instantánea de los hallazgos, sino por la existencia de conjuntos humanos capaces de corresponderse entre sí en el proceso de comunicación.” (pp.161-162) y la que hacen Ibáñez y Llombart (2001) según la disciplina que se estudie “se podrá decidir qué autores se encontraban, en cada momento, dentro y fuera de la “banda de modernidad” correspondiente, determinando su ignorancia o su grado de aceptación de las novedades y, en cada caso, sus implicaciones docentes” (p. 144).

Mientras que, hemos tratado la adecuación de los textos analizados de acuerdo con el plan de estudios al que se le puede asociar por fecha de edición, o por el plan de estudios en el cual ha sido recomendado o establecido su obligatoriedad

### **Selección de textos**

El análisis crítico de fuentes documentales y bibliografía nos ha permitido reconstruir la evolución de la formación de los pilotos en los distintos centros en donde se formaron, su consideración social y fijar la interdependencia entre ambas. Por otra parte, el análisis de las obras de texto empleadas en su formación nos ha permitido evaluar si la formación recibida era la adecuada, si se ajustaba a los planes de estudio establecidos por la administración, si reflejaban los avances de la ciencia, si se encuadraban dentro de la banda de modernidad durante un período fundamental para la navegación marítima como el de la transición a la navegación astronómica científica. Por eso, una parte importante de esta memoria lo constituye el análisis de textos. Por lo que, se ha realizado una selección de textos de acuerdo con los criterios que se explican a continuación.

Una vez revisada y analizada la bibliografía, como paso previo a la selección de textos que en los capítulos 5 y 6 analizaremos, hemos procedido a elaborar un listado de obras náuticas españolas<sup>16</sup> (véase Anexo 1), entre las que cumplen los siguientes requisitos generales:

- Trabajos impresos.
- Editados entre el siglo XVI y el XVIII.
- Dedicados al Arte de Navegar, “Pilotage”, en el que se incluyen las obras de traça de naos y Arquitectura Naval, así como las obras de matemáticas editadas para el estudio del “Pilotage” (Aritmética, Geometría y Trigonometría).

Seleccionadas las obras, hemos constituido una relación de autores, por orden alfabético para facilitar su localización -lo que evita la ubicación de un autor en diferentes posiciones debido a distintas fechas de edición de un mismo autor-, con expresión del número de obras escritas (78), con la fecha de la primera edición, en tabla I. 3. Constituida la relación de autores, procedimos a detallarlas incluyendo a pie de página un breve apunte biográfico del autor, como vemos en el Anexo 1, para que nos permita aproximarnos a la actividad que desarrolló, dato que hemos utilizado en el análisis bibliométrico realizado en el capítulo 4.

---

16 Obras escritas por autores españoles.

**Tabla I.3.** Relación de autores de obras de textos náuticos editados en España, siglos XVI-XVIII, por orden alfabético. Fuente: Elaboración propia.

Autor	Nº de Textos	Año primera edición
ALCALA GALIANO, Dionisio	2	1795, 1796
ANÓNIMO	1	1791
ARCHER MENOR, Miguel	1	1756
ARIAS MIRAVETE, José	2	1739, 1748
BAILS, BENITO	1	1779
BARALT i TORRES, José.	1	1786
BARREDA Y ACEVEDO, Francisco	5	1765, 1770, s/f (3)
CEDILLO Y RUJAQUE, Pedro Manuel	3	1717, 1718, 1745
CISCAR Y CISCAR, Gabriel	3	1795, 1796 (2)
CLARIANA Y GUALBES, Antonio	1	1731
CHAVES, Jerónimo de	2	1545, 1566
CORTÉS, Martín.	1	1551
FALEIRO, F.	1	1535
FERNANDEZ, A. G.	5	1732, 1735, 1778, 1788a, 1788b
FERNÁNDEZ DE ENCISO, M.	1	1519
FERRER MALDONADO, L.	1	1626
FLORES, L. DE.	1	1673
GARCÍA DE CÉSPEDES, A.	1	1606
GARCÍA DE PALACIO, D.	1	1587
GARCIA SEVILLANO, J.	1	1736
GAZTAÑETA YTURRIVALZAGA, A. DE	3	1692, 1693, 1720
GONZALEZ CABRERA BUENO, J.	1	1734
GONZALEZ DE URUEÑA, J.	1	1740
GONZALEZ MARROQUIN, A.	1	1723
IBÁÑEZ DE LA RENTERÍA, J.V.	2	1738 (2)
JUAN Y SANTACILIA, J.	3	1757, 1771, 1774
JUAN, J Y ULLOA, A.	1	1748
LOPEZ, T.	1	1786
LOPEZ-ROYO, F.	1	1798
MAZARREDO SALAZAR, J.	2	1779, 1790
MEDINA, P. DE.	2	1545, 1552

<b>Autor</b>	<b>Nº de Textos</b>	<b>Año primera edición</b>
MENDOZA Y RIOS, J.	3	1787, 1795, 1800
MEXÍA, P.	1	1570
MORENO Y ZABALA, B.	1	1732
NAJERA, A. DE.	1	1628
PASCUAL, A.R.	1	1789
PORTER Y CASANATE, P.	1	1614
PORRAS, J.I.	1	1765
POZA, Andrés de	1	1585
PRIETO, D.	1	1791
QUIROGA, J.	1	1784
RIVERA MARQUEZ, P.	2	1728 (2)
SÁNCHEZ RECIENTE, Juan	3	1742, 1749, 1751
SANS, Manuel.	1	1795
SEIXAS Y LOVERA, F.	1	1688
SERRANO GONZALO, A.	1	1735
SYRIA, Pedro de	1	1602
TOFIÑO DE SAN MIGUEL, Vicente	1	1771
TOSCA, Tomás Vicente	1	1715
ULLOA, Antonio de.	1	1795
ZAMORANO, R.	1	1581
ZARAGOZA Y VILANOVA, J. DE.	1	1675

Una vez elaborado el listado de las obras de náutica relacionadas en el Anexo 1, hemos pasado a elaborar un corpus de textos de “Pilotage”, para ser analizados en relación con los aspectos generales sobre los que tratan y acerca de los siguientes indicadores: Definición de Náutica/Navegación, correcciones a las alturas observadas, trigonometría esférica y logaritmos (Matemáticas) e instrumentos de reflexión (octante), que incluimos en los capítulos 5 y 6 respectivamente.

La selección de los que compondrán el corpus de textos de "Pilotage" utilizados en la formación de los pilotos, se ha realizado entre los que cumplían al menos uno de los siguientes requisitos:

- Que los autores hayan ostentado alguno de los siguientes cargos en la Casa de Contratación de Sevilla o Cádiz: piloto mayor, catedrático de Navegación o cosmógrafo, como: Medina (1545, 1552); Zamorano (1581) y García de Céspedes (1606) y Cedillo (1745).
- Que los autores hayan sido profesores de los Colegios de San Telmo, o de alguna de las Escuelas de Náutica establecidas en el resto de España, como Cedillo (1717); Sánchez Reciente (1749), Barreda (1765) y Archer (1756).
- Que hayan sido declarados de texto para la formación de los pilotos, como: Juan (1757) y Bezout (1781)<sup>17</sup>.
- Los textos que, en el periodo anterior a la creación de la Cátedra de Navegación, pudieron servir de guía y ayuda en momentos en la que el proceso de formación de los pilotos pasaba por sus inicios, como: Fernández de Enciso (1519), Faleiro (1535) y Martín Cortés (1551).

Con lo que se ha conseguido crear un corpus de textos de "Pilotage", en el que se ha cubierto un periodo que va comprendido de 1519 a 1781, compuesto por las siguientes obras (15):

- FERNÁNDEZ DE ENCISO, M. (1519). *Suma de geographia q trata de todas las partidas y provincias del mundo: en efpecial de las indias. y trata largamete del arte del marear:juntamete con la efpera en romace: con el regimieto del fol y del norte: nuevamente hecha*. Sevilla: Jacobo Cromberger.

---

<sup>17</sup> El texto de Bezout (1781) no aparece en el listado del Anexo 1, por ser un libro de navegación francés. Pero se incluye por haber sido declarado de texto en las Ordenanzas de 1786.

- FALEIRO, F. (1535). *Tratado del Esphera y del arte del marear: con el regimiento de las alturas: con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias*. Sevilla: Joan Cromberger.
- MEDINA, P. (1545). *Arte de navegar en que se contienen todas las Reglas, Declaraciones, y Avisos, que a la buena navegacion son necesarios, y se debe saber, hecha por el maestro Pedro de Medina. Dirigida al serenissimo y muy esclarecido señor, don Phelipe príncipe de España, y de las dos Sicilias.* Edición facsimil 2005. Valencia: Vicente García Editores, S.A.
- CORTÉS, M. (1551). *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar / con nuevos instrumentos y reglas/ ejemplificado con muy subtiles demostraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjaraloz en el reyno de Aragon y de presente vezino de la ciudad de cadiz: dirigido al invictissimo Monarcha carlo Quinto Rey de las Españas etc. Señor Nuestro*. Sevilla: En Casa de Antonio Álvarez.
- MEDINA, P. (1552). *Regimiento de navegacion En que se contienen reglas, declaraciones y avisos del arte de nauegar; Fecho por el maestro Pedro de Medina, vezino de Sevilla*. Sevilla. Juan Canalla.
- ZAMORANO, R. (1581). *Compendio de la Arte de Navegar de Rodrigo Zamorano, Astrologo y Matematico, y Cosmografo de la Magestad Catolica de Don Felipe segundo Rey de España, y fu Catedratico de Cosmografia en la casa de las Indias y de la Ciudad de Sevilla*. Sevilla. Alonso de la Barrera.
- POZA, A. (1585). *Hydrografia la mas curiosa que hasta aquí ha salido a luz, en que de mas de un derrotero general, se enseña la navegacion por altura y derrota, y la del Este Oeste: con la Graduacion de los puertos, y la navegacion al Catayo por cinco vias diferentes. Compuesto por el Licenciado Andres de Poça natural de la ciudad de Orduña abogado e el muy noble leal Señorío de Vizcaya*. Bilbao: Mathias Mares.

- GARCÍA DE CÉSPEDES, A. (1606). *Regimiento de navegacion que mando hacer el Rei nuestro Señor por orden de su consejo Real de las Indias a Andres Garcia de Cespedes su Cosmografo Mayor siendo Presidente en el dicho consejo el conde de Lemos*. Madrid. En casa de Iuan de la Cuesta.
- CEDILLO Y RUJAQUE, P. M. (1717). *Compendio de la Arte de Navegar*. Sevilla: Lucas Martín de Hermosilla.
- CEDILLO Y RUJAQUE, P. M. (1745). *Tratado de de cosmografía y nautica*. Cádiz. En la imprenta Real de Marina, y casa de la contratación de Don Miguel Gómez Guiraun.
- SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1749). *Tratado de navegación y theorica, y practica fegun el orden, y Methodo, con que fe enfeña en el Real Colegio Seminario de Sr. S. Telmo, extramuros de la Ciudad de Sevilla*. Sevilla: Imprenta Castellana.
- ARCHER, M. (1756). *Lecciones náuticas, explicadas en el Museo Matemático del M.N. y M.L. Señorío de Vizcaya, Noble Villa de Bilbao*. Bilbao: Antonio de Eguzquisa Impresor de dicho M.N. y M.L. Señorío.
- JUAN Y SANTACILIA J. (1757). *Compendio de Navegación para el uso de los caballeros Guardias-Marinas*. Cádiz: En la Academia de los mismos Caballeros.
- BARREDA, F. de (1766). *El marinero instruido en el arte de navegación especulativo, y práctico, según el método, con que se enseña a los Colegiales del Real Seminario de Sr. San Telmo, extra muros de la Ciudad de Sevilla*. Sevilla.
- BEZOUT, E. (1781). *Cours de Mathématiques. A l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine. Contenant le Traité de navigation*. De L'Imprimerie De PH.- D. Pierres. Paris.



Con lo que queda constituido el corpus de textos de “Pilotaje”, formado por 15 textos utilizados en la formación de los pilotos españoles en los siglos XVI al XVIII, que serán analizados conforme exponemos en el epígrafe siguiente. Se finalizan las fases de investigación mediante la estructuración y exposición del trabajo, tal como detallamos en el epígrafe correspondiente a estructura de la tesis.

## ESTADO DEL ARTE

Existe una amplia profusión de estudios históricos de temática náutica, referentes a: los grandes descubrimientos, la política, las instituciones y las infraestructuras marítimas, la construcción naval, la evolución de la marina mercante y de guerra, el desenvolvimiento de las ciencias y técnicas de la navegación y de las disciplinas científicas y técnicas asociadas a la misma, hasta las enseñanzas náuticas, sin embargo el análisis del Estado del Arte que aquí realizamos se agrupa de acuerdo con la clasificación por materias realizadas en la fase heurística que se muestra en la tabla I.4.

**Tabla I.4.** Clasificación de los autores por materias. Fuente: Elaboración propia.

Enseñanzas Náuticas	Ciencia y Técnica	Profesionales del Mar
Pulido Rubio (1950)	García Franco (1947)	
Sellés y Lafuente (1984)	López Piñero (1979),	
Arroyo (1989)	Cotter (1968)	Guirau (1989)
Iglesias (2000)	Hewson (1983)	Goodman (2001).
García Garralón (2007, 2009)	Ibáñez (2000)	
Manterola (2016)	Reymond-Goñy (2012)	

La primera está compuesta por la correspondiente a las enseñanzas náuticas que han sido objeto de múltiples investigaciones, entre las que destaca la realizada por Pulido Rubio (1950), en la que trata sobre la figura del *Piloto Mayor y Cosmógrafos de la*

*Casa de Contratación de Indias*, una obra que nos aproxima a la primera etapa de las enseñanzas náuticas que se desarrollaron en la Casa de la Contratación de Sevilla desde 1508 a 1717. Texto muy importante para esta memoria, ya que nos abre las puertas del Archivo General de Indias a través de las dos partes que consta esta obra. En la primera parte, en once capítulos trata sobre el oficio y la provisión del cargo de piloto mayor, la nacionalidad que debían tener los pilotos, la formación de la Cátedra de Arte de la Navegación, los exámenes de pilotos, el padrón real y sobre los cosmógrafos y las cartas de marear e instrumentos para la navegación. La segunda parte en ocho capítulos da los datos biográficos de quienes desempeñaron el cargo de piloto mayor.

Arroyo (1989) se ocupa de las enseñanzas náuticas desde su inicio en 1508 hasta la fecha de edición del texto. En este *Apunte para una historia de la enseñanza de la náutica en España*, en diez capítulos estudia la evolución sufrida en las enseñanzas náuticas desde los albores de la navegación, hasta la integración de las Escuelas Superiores de la Marina Civil en la Universidad. De los diez, cuatro capítulos, son los que dedica al periodo que va de la creación de la Casa de la Contratación hasta la instauración del plan Winthuysen (1790), al que considera que unificó la diversidad de criterios que existía en los conocimientos que debía tener un piloto, a la vez que dotó a los estudios de náutica de una mayor base matemática, e introdujo nuevos conceptos de navegación astronómica. Como se verá, nuestro estudio entra en frontal confrontación con la consideración que Arroyo (1989) hace sobre el plan Winthuysen (1790), ya que consideramos que este plan fue la culminación de la ‘jibarización’ de los Estudios de Náutica. De una forma sucinta, Arroyo también expone los contenidos de los tratados sobre navegación que se editaron en el XVI (11), en el XVII (12) y en el XVIII (34). Se trata de un trabajo que no entra en profundidad en la temática que aborda, pero de un importante valor por la bibliografía que aporta, lo que permite acudir a sus fuentes para poderse iniciar en el estudio del periodo que abarca esta memoria.

Otro de los trabajos de referencia, lo encontramos en el interesante artículo escrito sobre la formación de los pilotos en el siglo XVIII por Sellés y Lafuente (1984). Lo inician describiendo el estado de la formación de las enseñanzas náuticas en la primera mitad del siglo XVIII, en cuanto al profesorado en las instituciones sevillanas lo reduce a Pedro Manuel Cedillo que en 1724 pasó a la Academia de Guardiamarinas, en donde fue su director. Considera que se editaron una serie de obras de navegación, en la línea del *Compendio* de Cedillo (1717) que más que innovar ponía a punto los conocimientos de los pilotos. Ya como director de la Academia de Guardiamarinas Cedillo (1745) escribió el *Tratado*, de contenido superior a su anterior obra, pero aun así, consideran Selles y Lafuente (1984) que tampoco llegaría a cubrir las nuevas necesidades de la Academia. Describen la creación de las Escuelas de Náutica de la Armada y del Cuerpo de Pilotos, en donde detallan la formación que recibían, calificándola de práctica y discreta.

Sobre la creación de la Escuela de Náutica de Bilbao (1740), a la que señala como precedente de las Escuelas Departamentales de Navegación, hecho con el que disentimos, por modelo y contenidos de la formación como iremos exponiendo a lo largo de esta memoria. De ahí pasan a reflejar la enseñanza que se impartía a los pilotos, entre otras materias caben destacar la trigonometría plana y esférica y el uso del octante, enseñanza recogida por Miguel Archer en sus *Lecciones Náuticas* (1756), considerado por Sellés y Lafuente (1984) el primer tratado plenamente moderno, aunque resumido, a la vez que completo.

Al referirse a la reforma de las enseñanzas náuticas contenidas en las Ordenanzas de 1786 para el Colegio de San Telmo de Sevilla, la consideran como la resurrección de un sistema agotado, en el que los estudios de matemáticas eran demasiado amplios al mismo tiempo que reducidos los referentes al ramo náutico. Extremo con el que discrepamos, ya que el plan de estudios de 1786 diseñado para los pilotos, se ajustaba a un modelo de piloto científico, muy alejado del modelo ideado por la Armada para este profesional. Atribuyen la inclusión en la formación de los pilotos el cálculo de la

longitud en la mar por distancias lunares y por cronómetros y el cálculo de la latitud a cualquier hora del día, como novedades del plan Winthuysen (1790), cuando estos métodos de posicionamiento ya estaban incluidos en el plan de 1786. Terminan achacando a la aparición del *Compendio* de Juan (1757) el inicio de una etapa en la que los pilotos deberán abandonar sus viejas prácticas y acudir a la utilización del aparato matemático. Frente a estas contundentes afirmaciones, no podemos obviar lo que significó para el desarrollo de las enseñanzas náuticas el magisterio de Pedro Manuel Cedillo al frente del profesorado del Real Seminario de Santelmo de Sevilla y en la dirección de la Academia de Guardiamarinas y sobre todo la figura de Miguel Archer con su obra póstuma *Lecciones Náuticas* (1756), que desde 1742 como profesor de la Escuela de Náutica ya enseñaba a resolver los problemas náuticos mediante la trigonometría plana y esférica e introducía en la enseñanza el manejo del octante.

Iglesias (2000) en su tesis doctoral realiza en 7 capítulos un estudio comparativo desde el punto de vista matemático de los textos náuticos españoles del siglo XVIII abordado desde los cuatro términos de la navegación y de los instrumentos necesario para su cálculo, en el que compara los diferentes enfoques de cada autor al mismo tema. Para lo cual confecciona un listado de 74 obras náuticas que se publicaron en España en el siglo XVIII, en el que incluye índices cronológicos de autores y catálogos, que considera el más extenso que se puede encontrar. El estudio comparativo lo realiza con una selección de textos “al azar” entre los 29 que primero se recibieran, clasificando estos en dos grupos, el primero compuesto por los tratados específicos de náutica, que son el objeto de su estudio y el segundo corresponde al resto de obras. Selecciona 14 textos: Gaztañeta (1692), Cedillo (1717, 1745), Tosca (1727), Clariana Gualbez (1731), Moreno y Zabala (1732), González Cabrera (1734), García Sevillano (1736), Sánchez Reciente (1749), Archer (1756), Jorge Juan (1757), Barreda (1765), Mendoza y Ríos (1787), Mazarredo (1790), que por constituir el 60,86% del total de obras náuticas censadas en el siglo XVIII considera que los resultados son extrapolables al colectivo total.

Iglesias aborda la investigación desde la perspectiva que la mayoría de los autores que han tratado los temas náuticos ha sido fijándose en las instituciones y en la situación de la enseñanza. En la justificación y contenido de la memoria mantiene que, prácticamente, todos los autores hacen referencia a los textos publicados en el XVIII, salvo Sellés que realiza la comparación de dos textos y el comentario superficial de alguno más. Esta es la razón que le lleva a realizar su estudio.

Inicia su memoria haciendo un recorrido por las ciencias náuticas en España hasta el siglo XVIII, las matemáticas en el siglo XVIII y la historiografía náutica española.

García Garralón (2007) presenta en dos volúmenes un estudio exhaustivo sobre el Real Seminario de Santelmo de Sevilla, trabajo fundamental para adentrarse en las enseñanzas náuticas en el periodo 1681-1847. El primer volumen está dividido en dos partes, en la primera, se ocupa de la Universidad de Mareantes, institución que estuvo vinculada con el Colegio hasta la promulgación de las Ordenanzas de 1786. En la segunda parte trata sobre los dos periodos del colegio el primero desde su fundación en 1681 hasta las Ordenanzas de 1786 y el segundo desde 1786 hasta 1847 momento de su desaparición. Trata de los antecedentes del Colegio, el estado de las enseñanzas náuticas en el momento de su fundación, la labor desarrollada por los maestros calificando a Pedro Manuel Cedillo como uno de los autores de obras náuticas más importantes de la primera mitad del siglo XVIII. Detalla el contenido de las Ordenanzas de 1786 y el papel desempeñado por Mazarredo y Winthuysen en el diseño de las Ordenanzas de 1788 que derogaban las del 1786 en donde jugaron un papel decisivo en el modelo de piloto contenido en el plan de estudios, que Winthuysen completó en 1790 con el intento de unificación de las enseñanzas náuticas.

En el volumen 2, completa la segunda parte con 6 capítulos más, en donde en el capítulo V, correspondiente al piloto realiza su clasificación, consideración social, y aprovecha la ocasión para enumerar los pilotos más destacados, al mismo tiempo describe

el tránsito del piloto “practicón” impulsado por los avances científicos al piloto con una formación integral basada en la navegación astronómica, pero no fija un determinado momento en el que se da el fenómeno de esa transición. En los capítulos siguientes trata sobre el funcionamiento y gobierno administrativo del Colegio y el penúltimo capítulo lo dedica a las inspecciones para el control del Colegio. A lo largo de toda la obra las referencias que cita son fuentes documentales manuscritas, lo que la convierten en un documento imprescindible para conocer el funcionamiento del Real Colegio Seminario de Santelmo de Sevilla.

Sin embargo, Garralón (2009), como hemos comentado al inicio de esta introducción, considera dos fechas diferentes para la transición, una para los oficiales de marina y otra para los pilotos santelmistas.

Manterola (2016) en su tesis doctoral realiza un estudio titulado *Las matemáticas en los estudios de náutica en España en el siglo XVIII [...]*, en cuatro capítulos trata de analizar la formación matemática, a través de los textos, que recibieron los pilotos y guardiamarinas en la España del XVIII.

Hace un recorrido por los planes de estudio establecidos en la Casa de Contratación de Sevilla desde 1503 a 1717, sin determinar el alcance de los contenidos, ni la evolución de las materias, ni los conocimientos matemáticos requeridos en ese periodo, que constituyen variables a tratar necesarias para iniciar el estudio del siglo XVIII sobre una base sólida. En el epígrafe textos para la náutica realiza una breve descripción de los siguientes textos: *Suma de geographía* de Fernández de Enciso (1519), *Tratado del Efphera del arte del marear* de Faleiro (1535), *Tractado de la Sphera* de Jerónimo de Chaves (1545) que se trata de una traducción del latín de la *Esfera* de Juan de Sacrobosco, *Arte de navegar* de Pedro de Medina (1545), *Chonographia o repertorio de los tiempos* de Jerónimo de Chaves (1548), *Regimiento de navegación* de Pedro de Medina (1563), *Compendio de la Arte de Navegar* de Rodrigo Zamorano

(1581), *Quatri Partitu* de Alonso de Chaves (1537). La relación de textos se para en *el Compendio de la Arte de Navegar* de Rodrigo Zamorano (1581). En este apartado se echa en falta la inclusión del texto de García de Céspedes (1606) por ser el primer libro para pilotos en donde se apoyan las exposiciones realizadas en razonamientos matemáticos. Desde donde traza el estado general de las matemáticas en el siglo XVI-II, que denomina ‘Matemáticas para la náutica de Tosca a Bails’, en el que realiza una introducción señalando que su objetivo es ocuparse de las matemáticas que se enseñaban en las escuelas de náutica como: aritmética, álgebra, geometría, y la trigonometría desde los textos que se utilizaban.

También se ocupa de la formación de pilotos y guardiamarinas en el siglo XVIII desde la perspectiva del estudio de las matemáticas, los centros en donde se formaron y los planes de estudios que cursaron.

Referente a los textos expone un catálogo de 30 obras seleccionadas de 16 autores, elegidos entre los de contenido matemático, los destinados a la enseñanza de la náutica o influyese en ella, otros textos por su relevancia en la práctica de la navegación, para comparar los contenidos matemáticos de los textos docentes con los manuales utilizados en la práctica. Sobre los cuales presenta una breve biografía antes de proceder al análisis de los siguientes textos, siguiendo el orden en el que los analiza: *Compendio Matematico* de Tosca (1707); *Compendio de la Arte de Navegación* de Cedillo (1717); *Trigonometría aplicada a la Navegación* de Cedillo (1718); *Tratado de Trigonometria plana general* de Sánchez Reciente (1739); *Tratado de Trigonometria plana y de la construccion [...]* de Sánchez Reciente (1742); *Compendio de Geometria elemental [...]* de Fernández Rodríguez (1742); *Tratado de Cosmografia y Nautica* de Cedillo (1745); *Tratado de Navegación [...]* de Sánchez Reciente (1749); *Tratado de Arithmetica [...]* de Sánchez Reciente [1751]; *Lecciones Nauticas* de Archer (1756); *Compendio de Navegación [...]* de Jorge Juan (1757); *El marinero instruido [...]* de Barreda (1766); *El arithmetico inferior* de Barreda (1770); *Examen Maritimo* de Jorge Juan (1771); *Compendio de Geometria Elemental [...]* de Tofiño

(1771); *Elementos de Matemática* de Bails (1772-1783); *Principios de Matemática* de Bails (1776); *Trigonometría Esférica* de Fernández Rodríguez (1784); *Instituciones matemáticas* de Rosell Viciano (1785); *Tratado de Navegación* de Mendoza y Ríos (1787); *Lecciones de Navegación* de Mazarredo (1790); *Tratado de Aritmética* de Ciscar (1795); *Memoria sobre el cálculo de la latitud [...] Alcalá Galiano* (1795); *Memorias sobre algunos métodos nuevos de calcular la longitud por distancias lunares* de Mendoza y Ríos (1795); *Memoria sobre las observaciones de latitud y longitud en el mar* de Alcalá galiano (1796); *Tratado de Trigonometría Esférica* de Ciscar (1796); *Tratado de Cosmografía [...] de Ciscar* (1796); *Memoria sobre los métodos de hallar la longitud [...] de López Royo* (1798). El análisis de los textos se realiza con la finalidad de ver la evolución de la formación matemática de los pilotos y guardiamarinas españoles en el siglo XVIII, para lo cual hace una breve descripción del texto, para posteriormente analizar los contenidos matemáticos. Sobre los textos de contenido náutico, con los que coincide nuestro trabajo como, Cedillo (1717, 1745), Sánchez Reciente (1749), Archer (1756) y Juan (1757), Manterola (2016) realiza una revisión de los textos, en los que aporta un análisis matemático de su contenido desde tres aspectos: Geometría, la introducción del paralelismo de rectas en el plano sin usar del quinto postulado; Aritmética o álgebra, las justificaciones y procedimientos de introducción de los números negativos y las reglas para el cálculo con ellos; los logaritmos en trigonometría o aritmética.

Para la investigación ha sido imprescindible indagar en la actividad científico-técnica, focalizada en su aplicación a la navegación marítima, desarrollada en la Edad Moderna, a fin de poder detectar de una forma general los avances realizados en este campo y de una forma particular el grado de aplicación de estos avances en la formación de los pilotos.

García Franco (1947) es una referencia obligada en lo que se refiere al desarrollo de los cuatro términos de la navegación a lo largo de la historia. Divide su obra en dos volúmenes en los que de una forma exhaustiva describe todos los elementos que intervienen



en la navegación y su desarrollo en el tiempo. El contenido de la obra lo resume el autor con las siguientes palabras: “Sólo una relación ordenada de los medios ideados por la Humanidad para guiar sus bajeles y llevarlos a seguro puerto cuando se encuentran aislados en las impresionantes soledades oceánicas.”. (vol. 1, p.12)

Constituye una obra básica en cualquier investigación realizada con rigor en la que se traten temas relacionados con la Historia de la Náutica. Para esta investigación ha sido fundamental su exposición sobre los métodos de posicionamiento y su desarrollo, y sobre los instrumentos náuticos. Su concepto y definición sobre la Navegación Astronómica Científica y su exposición sobre el motivo de la invención de los instrumentos de reflexión para tomar alturas, nos han ayudado a determinar el tránsito del arte de navegar a la navegación astronómica científica.

Otra de las referencias obligadas, en cuanto a la historia de la Astronomía Náutica es Cotter (1968) que con *A History of Nautical Astronomy*, a lo largo de ocho capítulos nos acerca de forma ordenada y con rigor a la evolución que experimentó la Astronomía Náutica desde los Babilonios, los Fenicios y los griegos hasta el inicio de la Astronomía moderna pasando por el papel que desempeñaron Hiparco, Ptolomeo, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileo y Newton. En el resto de capítulos va exponiendo mediante figuras, ilustraciones y notaciones simbólicas los diferentes métodos para calcular la hora en la mar, el inicio la navegación aritmética, la evolución de los instrumentos de tomar alturas y momento en que se empezó a aplicar las correcciones a las alturas observadas, así como la evolución de los métodos de posicionamiento astronómico en la mar. Obra de gran ayuda para las investigaciones relacionadas acerca de la navegación astronómica desde el siglo XVI hasta nuestros días. Por sus contenidos y extensión lo hacen un texto de fácil consulta, pero al tratar los temas con menos amplitud y profundidad que García Franco (1947) ha hecho que, para nuestra investigación en lo relacionado a la navegación del XVI al XVIII, nos guiemos preferentemente por este último.

El desarrollo de la navegación astronómica en los siglos XVI y XVII, lo expone López Piñero (1979) enmarcado en su obra sobre la Ciencia y la Técnica, en la que la cosmografía era uno de los cinco saberes teóricos junto con las matemáticas, la geografía, la filosofía y la astrología. En ese sentido considera que el Arte de Navegar basado en la cosmografía, fue una de las áreas más desarrolladas, lo que le lleva a considerar a los pilotos como ocupación relacionada con la ciencia debidamente regulada. Realiza un análisis estadístico sobre la publicación de textos científicos, muy útil para conocer la procedencia de los autores, su profesión y lugar de edición. Atribuye a Zacuto a través de su discípulo José Vecino las tablas de declinación del Sol utilizadas en los Regimientos portugueses para calcular la latitud, que en un principio fueron atribuidas a Martín Behaim, aunque reconoce su calidad como cartógrafo y astrónomo práctico. Enumera y detalla la profusa producción de textos de contenido náutico, que se editaron en la península Ibérica y la importancia que tuvo la Casa de la Contratación de Sevilla en la formación de los pilotos y en el desarrollo de la cosmografía, antorcha que recogió el Colegio de San Telmo de Sevilla considerado por López Piñero como un antecedente inmediato de las instituciones ilustradas.

Hewson (1983) con el objetivo de rastrear la evolución de la navegación oceánica a través de la historia escribió *A history of the practice of navigation* en el que en 7 capítulos se ocupa desde sus orígenes hasta la fecha de edición de: las cartas, el compás, los instrumentos de tomar alturas, los métodos del cálculo de la latitud, la variación de la aguja, el cálculo de la distancia y velocidad, la navegación por latitud y estima, el cálculo de la longitud y la navegación electrónica. Al ser de similares características al de Cotter (1968) es lo que hace que manifestemos para Hewson (1983) las mismas apreciaciones en lo que se refiere a las consultas sobre la navegación de los siglos XVI al XVIII.

Una de las referencias a la transición a la navegación científica, apartada de la corriente que la focaliza en Jorge Juan y su *Compendio* (1757), la constituye Ibáñez (2000)

que mantiene que “El siglo XVII supuso un siglo de transición para el arte de navegar,” (p. 88) fundamentado en que los textos empiezan a tener en cuenta las correcciones a las alturas observadas y a la introducción de la astronomía y el triángulo de posición, adelantos que, en principio, fueron rechazados por la mayoría de los pilotos.

Al realizar el estudio de los textos en esta investigación, la primera referencia que hemos encontrado en cuanto a la corrección de las alturas observadas, corresponde a García de Céspedes (1606) en el que habla sobre la corrección “por diversidad de aspecto”, tendremos que esperar a Cedillo (1745) para ver cómo se aplican las correcciones a las alturas observadas y la utilización de la trigonometría esférica, el círculo lo cierra Archer (1756) mediante la introducción en los libros de texto la resolución de los problemas de navegación por estima a través de la trigonometría y del octante como instrumento para tomar alturas, con lo que el piloto ya estaba preparado para acceder al cálculo de la longitud por distancias lunares y cronómetros, en el momento de su resolución.

Reymond-Goñy (2012) en su *Évolution de la Navigation Astronomique au cours des siècles* presenta de forma sencilla y sin más pretensión que la de divulgar los métodos de posicionamiento y los instrumentos que han utilizado los marinos a través de la historia. A través de ocho capítulos desarrolla: los principios básicos de la navegación astronómica según los métodos de estas últimas décadas, el Sol, las Estrellas, la Luna, Los Planetas y los instrumentos de tomar alturas, finaliza con una serie de ejercicios resueltos de posicionamiento astronómico. Texto adecuado para aquellos que se inician en la navegación astronómica ya que incluye de forma sucinta el proceso evolutivo de esta ciencia. Pero no se trata de un libro adecuado para ser tenido en cuenta en labores de investigación.

Al adentrarnos en los profesionales del mar, Guirau (1989) presenta en su artículo un elaborado estudio, en el que, partiendo de la estructura del poder naval durante la

dinastía de los Austria, mediante el recurso a la definición de profesional y apoyándose en las características que la definen, llega a la conclusión que el piloto es el único profesional del mar existente, en la época objeto del estudio. Esta conclusión es importante para nuestra investigación, en la que se estudia dentro de su marco conceptual, la figura del piloto como técnico en la navegación.

Goodman (2001) en su libro dedicado a la financiación, gestión de los bosques, construcción y mantenimiento de los buques de la Armada española entre 1588 y 1665, también muestra cómo eran reclutados los marineros y cuáles eran los sistemas de promoción en la Armada. Lo que consideramos importante para saber cómo era la composición humana, su clasificación en los buques y la dualidad entre la marina mercante y la Armada en ese periodo.

De la bibliografía seleccionada se desprende que, sobre enseñanzas náuticas existen diversas investigaciones que estudian la formación de los pilotos en el periodo comprendido entre el XVI al XVIII en España, desde sus orígenes en la Casa de la Contratación de Sevilla hasta el establecimiento de plan Winthuysen (1790). De la primera etapa desde 1508 hasta 1717 quedan perfectamente reflejados en la obra de Pulido Rubio (1950), de 1717 a 1748 queda sin definir por la nebulosa documental que nos hemos encontrado. Lo que respecta a la segunda etapa que va de la creación del Cuerpo de Pilotos de la Armada (1748) al plan Winthuysen (1790), las líneas de investigación analizadas, cuando se refieren a la formación de los pilotos en el siglo XVIII coinciden en que estaba orientada a la práctica, el plan de 1786 para el Colegio de San Telmo llega a ser considerado por Sellés y Lafuente(1994) como un modelo agotado mientras que, García Garralón (2007) sostiene que constituyó un nuevo centro de formación para los pilotos y que el plan de 1788, ideado por Winthuysen para los Colegios de San Telmo, no significó un cambio sustancial, a la vez que remarca como novedad que, se introdujeron otros métodos para el cálculo de la longitud. También Arroyo (1989 y Sellés y Lafuente (1984) le atribuyen, en este caso al plan Winthuysen

(1790) la introducción de los métodos de cálculo de la longitud por distancias lunares, por relojes y el cálculo de la latitud fuera de la meridiana. Las investigaciones realizadas en cuanto a transición a la navegación científica la sitúan en diferentes momentos, desde la que señala que el siglo XVII supuso un siglo de transición para el arte de navegar (Ibáñez, 2000), las que la focalizan en Jorge Juan por su *Compendio de Navegación* (1757) (Sellés y Lafuente, 1994) hasta los que establecen dos momentos para la transición uno en 1757 para los oficiales de marina y otro para los pilotos santelmistas en 1778 (García Garralón, 2009). Conceptos con los que discrepamos, a la vez que ensanchamos el término transición a la navegación científica a transición a la navegación astronómica científica, más acorde con el momento estudiado. Lo que unido a que no existe un corpus de textos de "pilotage", referidos a los siglos XVI-XVIII, utilizados para la formación de los pilotos, es por lo que, consideramos que, partiendo del hecho diferencial con las tesis y líneas de investigación anteriores, garantiza la originalidad de esta tesis.

En las indagaciones científico-técnicas hemos partido de las definiciones dadas por García Franco (1947) sobre navegación astronómica científica y el motivo por el que se inventaron los instrumentos de reflexión para tomar alturas, con el fin de rastrear el instante en que se dio la transición en la ciencia. Hasta la fecha los estudios solo hacen referencia al texto que marcó la transición, sin tener en cuenta los demás elementos que intervinieron.

Sobre los textos de náutica españoles del XVIII, existen investigaciones desde el punto de vista matemático como son los de Iglesias (2000) y Manterola (2016), pero hasta la fecha no se había establecido un corpus de textos de "pilotage" utilizados en la formación de los pilotos para ser evaluados y poder establecer entre otras consideraciones el instante en que se dio la transición a la navegación astronómica científica.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

De acuerdo con el propósito de este trabajo, hemos dividido la memoria de tesis doctoral en 7 capítulos.

En el primer capítulo se analiza la figura del piloto para conocer cómo fueron esos profesionales desde sus inicios, en lo que se refiere al periodo estudiado, su clasificación en función de formación y viajes realizados, del estamento que procedían y lo que esto significó en su promoción técnica, profesional y social, así como de cómo se vio técnicamente a estos profesionales, que Guirao (1986) no duda en calificar como únicos profesionales del mar en los siglos XVI y XVII.

En el segundo capítulo se estudia como evolucionó la navegación lo que permite delimitar los conocimientos náuticos del momento y junto con los libros de texto utilizados en la formación de los pilotos, comprobar su aplicación o no en la enseñanza náutica a través de los planes de estudio.

En el tercer capítulo se trata la formación y los centros donde se formaron los pilotos. Para delimitar el alcance de los estudios que cursaban se analizarán todos los planes de estudio, en los que se describirán: materias, horarios, y textos de estudio. Se tomarán como referencia los planes de 1636 establecido por el Consejo Real de Indias y el de 1786 para el Real Seminario de San Telmo de Sevilla, ya que en ambos planes están detalladas las materias y la duración de estas. Se enumeran los centros donde se impartieron enseñanzas náuticas, desde su inicio en casa del piloto mayor dependiendo de la Casa de Contratación de Sevilla hasta el establecimiento de las Escuelas de Náutica pasando por las Escuelas Departamentales de Navegación dependientes de la Marina de guerra.

En el capítulo cuarto nos adentramos en la importancia que tuvo la imprenta como elemento difusor de la ciencia en España. A continuación, con el objetivo de estudiar y analizar la actividad científica llevada a cabo en España en el ámbito de la náutica,

realizamos un estudio bibliométrico de las obras de náutica editadas entre los siglos XVI y XVIII, que se recogen en el Anexo 1 y que han sido seleccionadas siguiendo los criterios establecidos en el apartado ‘Metodología’ de la introducción de esta memoria. A partir de ahí, en los siguientes capítulos, nos internamos en el estudio de los textos del corpus de “Pilotage” de este periodo, seleccionados y relacionados también en la introducción

En el capítulo quinto y sexto nos ocupamos de los aspectos generales de los textos del corpus de “Pilotage” siglos XVI-XVIII y del análisis de los indicadores con lo que se podrá comprobar cómo evolucionaron los conocimientos impartidos y qué autores fueron los que incluyeron los adelantos del momento, si transmitían las nuevas ideas, las teorías que imperaban y si estaban incluidos en la banda de modernidad. Lo que nos permitirá determinar en el capítulo séptimo la transición a la navegación astronómica científica en los textos y su adecuación al objetivo docente.

Termina esta memoria con el apartado de conclusiones, las referencias y los anexos.





CAPÍTULO 1.  
DISQUISICIÓN  
SOBRE EL PILOTO





Iniciamos la memoria, con este capítulo dedicado al piloto, uno de los ejes sobre el que pivota el trabajo de investigación realizado.

En la transición a la navegación astronómica científica, intervinieron factores como la aplicación de las correcciones a las alturas observadas, la trigonometría esférica, la utilización de los logaritmos, así como la de los instrumentos de reflexión para tomar alturas, los métodos para obtener las dos coordenadas geográficas por medio de la observación de los astros y distancias lunares. El principal agente transmisor para poner en práctica en la mar los adelantos que se iban haciendo en ese campo aplicado a la navegación fue el piloto. En consecuencia, estos avances determinaron el curso de su desarrollo científico.

Partimos de la figura del piloto a través de las distintas denominaciones que ha recibido a lo largo de la historia y cómo afectaron a las atribuciones profesionales que llevaban aparejadas. Así mismo, se analizan las competencias técnicas que este profesional debe reunir para el ejercicio de la profesión, así como la regulación del título que se le expide para este fin. Por último, se atiende la faceta social y técnica ya que el estamento de procedencia del piloto marcó sus posibilidades de evolución no solo social, sino también profesional y técnica.

## 1.1. LA FIGURA DEL PILOTO

Desde tiempos pretéritos, el piloto ha sido el técnico náutico encargado de la derrota del buque. A estos profesionales encargados de dirigir la nave, se les ha denominado con diferentes nombres a través de la historia, como: naucher, marinero o piloto, tal como referenciamos a continuación, en orden cronológico.

De acuerdo con la Ley V de las partidas del Rey Don Alfonso X el Sabio, según se cita en López (1843):

Quáles deben ser los naucheres, et cómo deben seer fechos et qué poder han:

Naucheres (1) son llamados aquellos por cuyo seso se guian los navios por la mar: et porque estos son como adalides en tierra, por ende cuando los quisieren rescebir para aquel oficio (2), débenlos catar que sean tales que hayan en sí quatro cosas: la primecera que sean sabidores de conocer todo el fecho de la mar en cuáles logares es queda et en cuáles corriente, et que conoscan los vientos et el camiamiento dellos, et sepan toda otra marinería. Et otrosí deben saber las islas et los puertos et las a aguas dulces que hi son, et las entradas et las salidas para guiar su navio en salvo, et levar lo suyo do quisieren, et guardarse otrosí de rescebir daño en los logares peligrosos et de temencia: la segunda que sean esforzados para sofrir los peligros de la mar et el miedo de los enemigos: otrosí para acometerlos ardidamente cuando meester les fuere: la tercera que sean de buen entendimiento para entender bien las cosas que hobieren de fazer, et para saber otrosí aconsejar derechamente al Rey, et al almirante et al comitre cuando les demandaren consejo: la quarta que sean leales de manera que amen et guarden la honra et la pro de su Señor et de todos los otros que han de guiar. Et al que fallaren por tal si fuere acerca de la mar, débenle meter en el navio en que ha de ir, et ponerle en la mano la espada ó el timón, et otorgalle que dende adelante que sea naucher. Et si después deso por su engaño ó por culpa de su mal guiamiento se perdiese el navio ó rescibiesen grant daño los que en él fuesen, debe él morir por ello. (p. 285)

Lulio (1664) en su *Arbol humanal* cuando trata ‘De el Arte Nautica ó de Marinería’, dice:

El Marinero confidera la Galera, Nave y Barca, y confidera la vela, el Arbol y lo demás que compete à la Nave; y depues confidera el tiempo de navegar, y los puertos en los quales tiene fu refugio, la Eftrella, Aguja, Piedra Yman, Vientos y las Millas ò Leguas, y las demás cofas que pertenecen à fu arte. (p. 100)

Y, en su *Arbol qüestional*, refiriéndose a la ‘Geometria’, dice que “los marineros” para su arte tienen “inftrumento, Carta, Compas, Aguja y Eftrella de la Mar”. (p. 415)

Por último, el artículo 249 del título II del Libro del Consulado del Mar de Barcelona (1791), trata del piloto y su cargo en los términos siguientes:

Quando un patrón, que ajusta fletes ó es fletado para ir a cierta parte, y por no tener seguridad ni él, ni ninguno de los que van en la nave, de saber aquel destino, tiene que alquilar piloto que lo sepa, y este afirma y dice al patrón: que sabe con certeza el parage adonde él quiere ir, y que no hay lugar alguno hácia las partes para donde dicho patron quiere ir ó está fletado, que él no lo sepa; si el piloto le cumple bien y diligentemente todo lo que le ofreció, sin contradicción alguna; y debe además añadirle algo sobre lo que le había prometido, según la pericia y habilidad que hallare en el, puesto que dicho piloto desempeñó ya todo lo que al patrón había ofrecido. Mas todos los pactos que entre el patrón y el piloto se hubieren concertado, deben ser asentados en el protocolo de la nave, á fin de que entre los dos no pueda haber debate alguno. (Capmany, 1791, pp. 32-33)

Además de a través de las distintas denominaciones que ha recibido, nos podemos aproximar a la figura del piloto por medio de la selección de definiciones que se recogen en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Relación de definiciones de piloto. Fuente: Elaboración propia, a partir de las referencias seleccionadas.

Autor	Definición
García de Palacio (1587)	“el que tiene a su cargo el gobierno del navío, desde que se hace a la vela para algún viaje, hasta que surge <sup>18</sup> , y en eso le obedecen todos los marineros”. (fol. 151)
Enciclopedia General del Mar (1992)	“(del it. Piloto; éste del ant. pedotto, y éste a su vez del gr. pedon, gobernalle) El que entiende y ejerce el arte de dirigir un buque determinando su situación y los rumbos que debe seguir para trasladarse al punto de su destino”. (p. 1267)
Vigier (1969)	“Se entiende por Piloto el oficial náutico que, con capacidad legal y en posesión del correspondiente título profesional, presta sus servicios a bordo de los buques mercantes bajo las órdenes de su Capitán, al que auxilia en sus funciones y sustituye en determinados casos [...] En tiempos pretéritos era un técnico náutico encargado de la derrota de la nave, cuyo Capitán, por carecer frecuentemente de aptitud profesional, se limitaba al desempeño de funciones administrativas y comerciales por cuenta del armador.”. (p. 449)

De lo que acabamos de exponer, podemos concluir que el piloto es el encargado del gobierno del buque, para lo cual necesita tener unos conocimientos técnicos, acreditados por la posesión de un título profesional, así como disponer de los instrumentos náuticos adecuados para la determinación de la situación del buque, de forma que pueda navegar de un punto a otro con seguridad. La posesión de una acreditación profesional oficial, para ejercer de piloto, no siempre fue necesario, como veremos en el epígrafe siguiente, en donde trataremos la regulación de la profesión de piloto.

<sup>18</sup> ‘Surgir’ es tomar puerto y lo mismo es dar fondo, tal como lo define más adelante el propio García de Palacio (1587, fol. 154).

## 1.2. REGULACIÓN DE LA PROFESIÓN DE PILOTO EN LA EDAD MODERNA

El empleo con mayor cualificación técnica a bordo secularmente había sido el piloto, a cargo de quien estaba la navegación. Su trabajo fundamental consistía en hacerse cargo del timón y “echar el punto”. También existía la figura del maestro, a quien, como veremos más adelante, para el ejercicio de su profesión se le requería una preparación técnica equiparable a la del piloto. No obstante, la titulación de piloto se consideraba superior a la del maestro excepto en lo referente a los aspectos comerciales (Navarro García, 1967). Veitia Linage (1672) sostiene que fueron llamados maestros de navíos porque no sólo debían saber de pilotaje sino de todo lo concerniente al aparejo, avituallamiento y tripulación del buque. Las dudas sobre este punto quedaron aclaradas, al plantear la Universidad de Mareantes si los pilotos examinados se tenían que examinar para ser maestros, quedando resuelta la cuestión con una Real Cédula de 1573<sup>19</sup>.

Congosto (2002), cuando se refiere al elemento humano en los registros de navíos, realiza una aproximación a la figura del maestro que nos puede ayudar a entender cuál era su cometido en el comercio marítimo:

La segunda persona en el escalafón profesional era el Maestro. Generalmente era el dueño del barco, y la máxima autoridad; era la persona encargada de marcar el rumbo. Como persona responsable del barco, dentro de sus funciones estaban las del apresto y carenado del navío, elegir las tripulaciones, reparar el velamen, las jarcias y todos los aparejos, así como el abastecimiento del buque. Era el responsable último ante la Casa de Contratación y estaba obligado al pago de fianzas. (vol. 1, p. 37)

---

19 La Real Cédula dada en San Lorenzo el Real en 15 de junio de 1573, “[...] porque el piloto siendo examinado no tenía necesidad de lo ser de maestro por incluirse en el grado de piloto este otro, y ser aquel mayor [...]” (Pulido Rubio, 1950, p.160).

Se considera que una profesión está regulada cuando su acceso y ejercicio vienen determinados por la posesión de una determinada cualificación profesional, sancionada por la Administración Pública mediante el otorgamiento de un título. La regulación de las profesiones relacionadas con la actividad científica en España data de 1477, con la creación del Tribunal Protomedicato, cuya finalidad era controlar el ejercicio de la medicina. Así, entre las primeras profesiones reguladas encontramos a los médicos, que debían cursar estudios universitarios y a los cirujanos, que carecían de enseñanza reglada. A estos se unieron los empíricos cuando, mediante la pragmática de 1500 de los Reyes Católicos, se autorizó para ejercer como cirujanos a barberos y sangradores. Los boticarios tenían una situación parecida a la de los cirujanos. También el ejercicio de la albeitería estuvo reglamentado por una pragmática de 1500 de los Reyes Católicos, bajo el Tribunal Protoalbeiterato (López Piñero, 1979). Los pilotos se unieron a este grupo de profesiones reguladas, cuando en 1508 se promulgó la instrucción para graduar pilotos, que describiremos más adelante. Así, se puede concluir que, en la España del siglo XVI, las profesiones reguladas, relacionadas con la ciencia eran: médicos, cirujanos, boticarios, albéitares y pilotos.

La primera regulación de los pilotos se realizó en 1508 al instituir la figura del piloto mayor<sup>20</sup> dentro de la Casa de la Contratación de Sevilla<sup>21</sup>.

---

20 AGI, Indiferente, L.1, F.65V-67. AGI, Real Provisión a Américo Vespucio, piloto mayor, concediéndole facultad de examinar a los pilotos que hayan de ir a Indias, dándoles carta que los acredite como tales pilotos; y a los oficiales de la Casa de la Contratación para que hagan reunir a todos los pilotos más expertos y bajo la dirección de Américo Vespucio se reúnan los pilotos y rehagan el padrón general, dándole el nombre de padrón real. 1508-08-06, Valladolid.

21 Real Provisión de los Reyes Católicos ordenando establecer en Sevilla una Casa de la Contratación y promulgando las primeras Ordenanzas para su gobierno. Alcalá de Henares, 20 de enero de 1503. AGI, Patronato, 251, R.1. La casa de Contratación de Sevilla creada para, entre otras funciones, estimular, encauzar y controlar el tráfico marítimo con el nuevo mundo, rasgos entre otros, que constituyeron los orígenes del mercantilismo castellano. Con respecto al mercantilismo, Corona Baratech y Armillas Vicente (1990) señalan que hay dos manifestaciones de diferente signo: “Ramón Carande niega rotundamente que pueda atribuirse una política económica coherente a los gobernantes españoles del siglo XVI. En cambio, Earl J. Hamilton estima que antes de 1700 ya se habían adoptado en España todas las medidas de política económica mercantilista, salvo (y la excepción es importante) las reales fábricas y las compañías privilegiadas” (p. 20). Por su parte Vicens Vives (1977, pp.282-283) para establecer los orígenes del mercantilismo castellano referencia a Hamilton, situando su origen en la época de los Reyes Católicos.



Los viajes realizados al nuevo mundo, en los años transcurridos desde el descubrimiento, pusieron de manifiesto, que la preparación de los pilotos no era la idónea para este tipo de travesías, como vino demostrado por los errores cometidos, que causaron pérdidas de vidas y bienes, por lo que para paliar este desconocimiento y sus efectos, no sólo para realizar los mencionados viajes sino también para los dirigidos a nuevas tierras que aún estaban por descubrir, se necesitaban profesionales mejor formados y más expertos, que pudiesen dirigir las naves e incluso dibujar los contornos de su costa. Para conseguir este objetivo, se estableció con carácter de obligatoriedad el aprobar el examen de piloto que facultaba para la Carrera de Indias y se prohibía que pudiesen dar viajes como pilotos, ni ser contratados como tales sin ser examinados por el piloto mayor. El nombramiento del piloto mayor de la Carrera de Indias se hizo en los siguientes términos:

El Rey Católico que atendía á todo con gran solicitud, llamó á la corte a Juan Díaz de Solís, Vicente Yáñez Pinzón, Juan de la Cosa y Américo Vespucio; y después de haberles oído resolvió que como hombres prácticos en la navegación de las Indias, se embarcasen para descubrir hacia el sur por la costa del Brasil adelante, estimando necesario que uno de ellos quedase en Sevilla para hacer las cartas de marear, y anotar en ellas cuanto se fuese descubriendo; para lo cual escogió á Américo Vespucio, imponiéndole esta obligación con el título de Piloto mayor de la casa de la Contratación, dado en Burgos á 22 de marzo de 1508 con cincuenta mil mrs. de salario. (Fernández de Navarrete, 1846, p.132)

Para poder realizar trayectos oceánicos, desde ese momento, fue requisito indispensable obtener el título de piloto de la Carrera de Indias. La mencionada Real Cédula, reflejaba en su parte inicial, como una verdadera exposición de motivos, especificando sobre las materias que debían ser instruidos y se les expidiese carta de examen, sin la cual no podrán ser contratados para realizar dichos viajes.

Por cuanto a nuestra noticia es venido e por experiencia hemos visto que, por no ser Pilotos tan expertos como sería menester, ni tan estrutos en lo que deben saber que les baste para regir i gobernar los navíos que naveguen en los viajes que se hacen por el Mar Oceano á las nuestras islas e

Tierra Firme que tenemos en la parte de las Indias, e por defecto dellos, e de no saber como han de regir e gobernar e de no tener fundamento para saber tomar el cuadrante e estrolabio el altura, ni saber la cuenta dello, les han acaecido muchos yerro, e las gentes que debajo de su gobernación navegan han pasado muchos peligros de que nuestro Señor ha sido deservido, e en nuestra hacienda, e de los mercaderes que allan contratan, se ha recibido mucho daño e perdida, e por remediar lo susodicho, e porque es necesario que así para la dicha navegación, como para otras navegaciones que con ayuda de Nuestro Señor esperamos mandar faser para descubrir otras tierras, es necesario que haya personas mas expertas e mejor fundadas e que sepan las cosas necesarias para las tales navegaciones, e los que debajo dellos fueren puedan ir mas seguramente, es nuestra merced e voluntad, e mandamos que todos los Pilotos de nuestros reinos e señoríos, que agora son o seran de aquí adelante, que quisieren ir por Pilotos en la dicha navegacion de las dichas islas y tierra- firme, que tenemos, a la parte de las Indias y a otras partes en el Mar Océano, sean instruidos y sepan lo que es necesario de saber en el cuadrante e estrolabio, para que junta la platica con la teorica, se puedan aprovechar de ello en los dichos viajes que hicieren en las dichas partes e que sin lo saber, no puedan ir en los dichos navíos por Pilotos, ni en ganar soldadas por pilotaje, ni los mercadores se puedan concertar con ellos para que sean Pilotos, ni los maestros los pueden recibir en los navíos sin que primero sean examinados [...] y porque a los que no lo supieren, mas fácilmente lo puedan aprender de vos, mandamos que les enseñéis en vuestra casa, en Sevilla, a todos los que lo quisieren saber, pagandovos vuestro trabajo. (Pulido Rubio, 1950, pp.66-67)

También establecía la posibilidad de que el piloto mayor, en caso de que faltasen pilotos examinados, pudiese habilitar por un tiempo determinado, a las personas que considerase más hábiles, y lo hacía en el siguiente sentido:

E porque podría acaescer que agora á los principios hobiese falta de Pilotos examinados, é por falta dellos se detuviesen algunos navios, de que se pdría cabsar daño é pérdida á los vecinos de la dicha isla, como á los mercadores é otras personas que allá contratan, mandamos á vos el dicho Amérigo, é vos damos licencia para que de los Pilotos é, marineros que allá han ido podáis elegir las personas que mas hábiles dellos falláredes para que por un viage ó dos, ó por un espacio de tiempo, suplan lo que fuere menester entretanto que otros saben lo que han de saber; é venidos les señaléis tiempo para que sepan lo que les faltare de lo que han de saber. (Fernández de Navarrete, 1829, vol.3, p.300)

Un caso concreto lo tenemos en el informe presentado por el piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla en 1512 “pidiendo para Juan Rodríguez Sardo, con experiencia en la navegación trasatlántica, un plazo de seis meses para que aprendiese a manejar el cuadrante o el astrolabio, quedando así acordado por los oficiales de la casa” (Mena García, 1998, p. 183). De esta forma, quedaba garantizado el tráfico con las Indias, mientras los pilotos iban adquiriendo los conocimientos necesarios para conseguir la titulación exigida.

El cargo de piloto mayor, ha sido considerado el primer puesto científico de la administración española, al que se le asignaron las siguientes funciones: formar y examinar a los pilotos de la Carrera de Indias, dibujar y corregir las cartas náuticas y mejorar y perfeccionar los instrumentos de navegación. Al introducir la figura del piloto mayor, la Casa de Contratación de Sevilla se convirtió en un órgano centralizador de la actividad náutica. López Piñero (1986) califica este hecho como el inicio de la reglamentación del título de piloto como técnico en el arte de navegar.

El primero que fue designado para desempeñar el puesto fue Américo Vesputio (1454-1512), al que le siguieron Juan Díaz de Solís (1470-1516) y Sebastián Caboto (1477-1557) cerrando el círculo de pilotos mayores exploradores, como les denominó Pulido Rubio (1950), para dar paso a un perfil más científico. En la tabla 1.2, relacionamos las personas que ostentaron el cargo de piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla.

A la figura del piloto mayor, se unieron las del cosmógrafo fabricante de instrumentos (1523) y la del catedrático de Cosmografía (1552) para leer la Cátedra de Navegación, cargos que pusieron al servicio de la Corona española sus saberes científicos y su experiencia en las navegaciones, a los que se hará referencia más adelante.

**Tabla 1.2.** Pilotos mayores de la Casa de Contratación de Sevilla. Fuente: Elaboración propia, con información recogida de Pulido Rubio (1950).

Año nombramiento	Nombre y Apellidos	Año cese
1508	Américo Vespucio	1512
1512	Juan Díaz de Solís	1516
1518	Sebastián Caboto	1548
1552	Alonso de Chaves	1587
1586	Rodrigo Zamorano	1596
1596	Andrés García de Céspedes	1598
1598	Rodrigo Zamorano	1620
1620	Diego Ramírez de Arellano	1624
1625	Antonio Moreno	1634
1638	Francisco de Ruesta	1673
1674	Juan Cruzado de la Cruz y Mesa	1692
1692	Alonso de Bacas Montoya	1694
1695	Francisco Antonio de Orbe	1717

Los requisitos necesarios para conseguir el título de piloto se modificaron por Real Cédula de 2 de agosto de 1527<sup>22</sup> estableciendo los siguientes:

- Ser natural de los reinos de Castilla.
- Haber navegado seis años como mínimo a las Indias, que tenían que probar mediante testigos o escrituras y haber estado en la Isla Española, Cuba, Tierra Firme y Nueva España.

<sup>22</sup> Real Cédula a Sebastián Caboto, piloto mayor, sobre las órdenes que ha de guardar en el examen de los pilotos de Indias (10 capítulos). 1527-8-2 Valladolid. AGI, Indiferente, 421, L.12, F.185V-187R.

- Tener carta de marear y saber echar el punto en ella, así como conocer los puntos de destinos y los rumbos.
- Tener astrolabio y cuadrante.
- Los conocimientos náuticos que debían conocer los pilotos.
- Realizar examen, en el que tenían que presentar astrolabio, cuadrante, carta de marear y regimiento.

Estos requisitos se extendieron a los maestros, quedando obligados a su cumplimiento por Real Cédula de 21 de mayo de 1534, siendo preceptivo para poder ejercer la profesión (Pulido Rubio, 1950).

El requisito de nacionalidad para desempeñar los cargos de piloto y maestro estuvo vigente hasta la emisión de la Real Cédula de 2 de agosto de 1547, que permitía el ejercicio de la profesión a los extranjeros casados, con residencia familiar en España y en el caso de los solteros debían obtener carta de naturaleza antes de realizar el examen (Pulido Rubio, 1950).

Tras ser examinados y aprobados por el piloto mayor de la Casa de Contratación, pilotos y maestros conseguían el permiso para hacer la Carrera de Indias, quedando ligados a ésta por contrato por el que se comprometían a la confidencialidad de rutas, cartografía y conocimientos de navegación, así como a la recopilación de datos náuticos en sus viajes. Antes de partir estaban obligados a mostrar sus cartas, instrumentos (astrolabio y agujas) y regimientos de navegación para recibir el visto bueno del piloto mayor de la Casa de Contratación, lo que acabó dando lugar a un lucrativo negocio que ocasionó no pocas disputas, que han sido recogidas y analizadas por distintos autores, desde Fernández Duro (1881) a Martín-Merás (2003).

Transcurridos 44 años de la creación del cargo de piloto mayor, para formar y examinar a los pilotos de la Carrera de Indias, se creó el cargo de catedrático de Cosmografía para el que se nombró al bachiller Gerónimo Chaves<sup>23</sup>, por medio de la Real Cédula de 4 de diciembre de 1552, en los siguientes términos:

Oficiales del emperador rey mi señor querresidís en la ciudad deseuylla en la casa de la contraon de las yndias sabed quenos somos ynformados que acausa deno ser enañados ytener abilidad quesserrequiere en las cosas dela navegacion los Maestres y Pilotos denaos que navegan paralas indias se siguen muchos inconvenientes porque acausa por falta denoserdisestros el Piloto o el Maestre perderse el nabio quelleban acargo y prescer mucha gente y que para poder ser enseñados los Pilotos e Maestres seria cossa conveniente que obiese en esa casa catedra en que se eleyese el arte de la navegacion y parte de la cosmografía y a los Pilotos y Maestres q- hobiesen denavegar nos elediese titulo ni fuesen examinados sin que hobiesen oydo unaño o la mayor del la dha ciencia porque con esto cobrarían abilidad y se sesiguyrian otros buenos efetos y que esta catedra se podría servir con el salario que llevaba pero Mexia cosmógrafo que fue de essa casa y adifunto y entendido lo susodicho y visto el parescer que vos otros cerca dello distes avemos acordado que en enessa casa aya la dha catedra y que la sirva el bachiller geronimo de chaves [...]. (Pulido Rubio, 1950, pp.72-73)

Los requisitos necesarios para conseguir el título de piloto cada vez fueron más exigentes, por la pérdida de buques y vidas humanas en la mar, inconvenientes atribuidos a la deficiente formación de los pilotos de la Carrera de Indias. Persistía así el problema que, en 1508, había motivado que se facultara al piloto mayor para formar y examinar a los pilotos. Pérez Mallaína (2015) señala que investigaciones realizadas tras los naufragios de los navíos de la Carrera de Indias mostraron que los motivos que con mayor frecuencia causaron estos ‘inconvenientes’ fueron: la sobrecarga de los buques, deficiencias en las carenas, falta de tripulantes expertos, errores de los pilotos y el estado de la mar. Céspedes del Castillo (2003), por su parte, asegura que la Carrera

---

23 Nombramiento de Jerónimo de Chaves como cosmógrafo y catedrático de Cosmografía de la Casa de la Contratación. 1552-12-4 Monzón. AGI. Contratación, 5784, L.I, F.95-95V.

de Indias destacó por su seguridad, soportado por la estimación realizada por García Baquero sobre datos de Chaunu, en la que la pérdida de buques que efectuaban la Carrera de Indias se situó en torno al 3% entre 1546 y 1650. Señala este autor que un 80% de los naufragios se debieron al estado de la mar y errores de navegación y un 20% tuvieron lugar como resultado de ataques enemigos (piratas, corsarios y acciones de guerra). Para paliar la situación motivada por los errores de los pilotos se instituyeron en 1552 una serie de medidas, entre las que destacaron:

1. Separación del piloto mayor de la formación de los pilotos.
2. Creación del cargo de catedrático de Cosmografía.
3. Impartición de la lectura de la cátedra en el seno de la Casa de Contratación.
4. Fijación de la duración de la formación de los pilotos, en un año, con establecimiento de un calendario escolar.
5. Ampliación del programa formativo.

Con la creación de la Cátedra de Cosmografía y la elección para el cargo del bachiller Gerónimo Chaves, se optó por un perfil científico-técnico, frente al perfil práctico de los pilotos mayores, que hasta ese instante se habían encargado de la formación de los pilotos y así se continuó en los sucesivos nombramientos, que recayeron en los componentes de la tabla 1.3.

**Tabla 1.3.** Catedráticos de Cosmografía y Navegación de la Casa de Contratación de Sevilla. Fuente: Elaboración propia, a partir de información recogida de Pulido Rubio (1950).

Año nombramiento	Nombre y Apellidos	Año cese
1552	Gerónimo de Chaves	1568
1569	Sancho Gutiérrez	1574
1573	Diego Ruiz	--
1575	Rodrigo Zamorano	1613
1612	Antonio Moreno	--
1635	Lucas Guillén de Veas	1639
1636	Rodrigo Zamorano de Oceta	--
1645	Francisco de Ruesta	--
1645	Diego Ramírez de Arellano	--
1658	Juan de Saavedra	1666
1668	Alonso de Bacas Montoya	1707
1707	Francisco Antonio de Orbe	--

La Real Cédula de 4 de diciembre de 1552, institucionalizó la obligación de asistir a la lectura de de la Cátedra de Cosmografía y Navegación y arte de navegar en la Casa de la Contratación de Sevilla, siendo el tiempo establecido de un año. Este año de formación, se redujo a tres meses, a instancias de Gerónimo Chaves. En solicitud dirigida al Rey, Chaves argumentaba que los conocimientos que él enseña pueden ser aprendidos en tres meses y que los que tenían que asistir a la lectura eran gentes pobres, que no tenían medios suficientes para poder subsistir este tiempo<sup>24</sup>. Esta petición fue concedida por Real Cédula de 3 de junio de 1555. La obligación de asistir un año a la lectura de la cátedra fue, según Salavert Fabiani (1995), una acción ineficaz:

24 Véase: Pulido Rubio (1950, pp. 80-81) y Medina (1908, vol. 1, pp. 305-306).



pronto se mostró ineficaz, pues se estrelló contra la realidad del alumna-  
do: gente pobre, que sólo podía sustentarse de su trabajo y, por lo tanto, le  
resultaba imposible permanecer durante un año estudiando, sin remunera-  
ción alguna, en una de las capitales más caras del momento. Tal hecho  
obligó a reducir la formación a un trimestre, en vez de arbitrar algún  
sistema institucional de ayudas; solución que habría resultado anacrónica  
en la época, cuyas monarquías siempre pretendieron que sus distintas ins-  
tancias se autofinanciarán. (p. 239)

Más tarde, se modificó de nuevo por Reales Cédulas de 6 de octubre de 1567 es-  
tableciendo el periodo de formación en 2 meses y por la de 25 de febrero de 1568 se  
mantuvo el periodo de 2 meses para oír la lectura de la cátedra, pero en el cómputo se  
incluyeron los festivos<sup>25</sup>.

A pesar de la obligatoriedad de asistir a la lectura de la cátedra de Cosmografía, para  
poder examinarse de piloto, Pulido Rubio (1950) indica que no siempre se cumplió y durante  
todo el periodo que estuvo vigente, se autorizaron dispensas, eximiendo de la asistencia a  
clase, permitiendo el examen a aquellos que demostraban experiencia en la navegación.

Parece incomprensible, que pese a lo amplio del programa diseñado –que desa-  
rrollamos en el capítulo 3- y el fin para el que se ideó, el propio Gerónimo Chaves  
recomendara la reducción del tiempo de lectura. Tampoco se comprende que, además,  
se estableciese que a los que tenían que examinarse de pilotos les bastaba saber leer el  
regimiento y firmar sus nombres.

Los que han de ser examinados para pilotos de la carrera hayan oído la cá-  
tedra de cosmografía de la casa de Sevilla dos meses, contando las fiestas  
y cursando en ella, y en el arte de marear, con la fábrica y uso de instru-  
mentos de navegación de aquellos viajes, como ahora se practica: y baste  
que sepan leer el regimiento de la navegación, y firmar sus nombres, con  
que en lo demás tengan la habilidad y suficiencia que se requiere [...].  
(Recopilación, 1841, vol.3, p.305)

---

25 Véase: Veitia Linage (1672, p.145) y Recopilación (1841, vol. 3, p.305).

Los preceptos que atañen a la regulación del título de piloto se recogen en las Ordenanzas de la Casa de la Contratación de 1553. Los temas que contemplan estas ordenanzas, tal como las recoge Lyra (1647), se indican en la tabla 1.4. En ellas se especificaban aspectos tales como: lugar de realización del examen, composición del tribunal, expedición del título; el conocimiento teórico y práctico de la navegación antes de realizar el examen, quien efectuaba el examen, los componentes del tribunal, requisitos de nacionalidad, edad mínima, buena conducta, periodo navegado, examen para cada derrota; requisitos para volver a ser examinado en caso de ser reprobado, obligatoriedad de tener el título de piloto/maestre en cada caso, para poder ejercer la profesión.

**Tabla 1.4.** Ordenanzas de la Casa de la Contratación (1553) que atañen a la regulación del piloto. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Lyra (1647).

Nº Ordenanza	Precepto
128	El piloto mayor hará los exámenes en la Casa de Contratación y que orden debe tener
129	Calidades que debe tener el que se examina
139 <sup>26</sup>	Requisitos que debe cumplir el que se examina
139	Piloto mayor y cosmógrafo voten por habas y altramuces
140	Siendo alguno reprobado del examen que debe hacer
143	El piloto sea examinado
145	Maestres sean examinados por el piloto mayor

Conviene señalar en este punto que las Ordenanzas de 1553 regulaban otros aspectos como los referentes al control del tráfico marítimo, al apresto y organización de las flotas, al depósito de los caudales del Rey y de particulares, el control de la emigración a Indias, a la confección del padrón real y a la formación de los pilotos.

<sup>26</sup> Refleja el 139 cuando por orden le corresponde el 135.

De una forma paralela a la reglamentación de las titulaciones del personal que tenía la dirección técnica de la nave en la Carrera de Indias, por medio de las Ordenanzas de la Casa de Contratación de Sevilla de 1553 se reguló la capacidad mínima que debían tener las naves (100 toneles) y la obligación de navegar en flota, así como la artillería y la tripulación con que debían estar dotadas (véase tabla 1.5).

**Tabla 1.5.** Tripulaciones en función de la capacidad de las naves en toneles. Fuente: Elaboración propia a partir de (Ordenanzas 1553, fo. xli-xliii).

Capacidad de la nave (toneles)	Maestres y Pilotos	Marineros	Lombarderos	Grumetes	Pajes
100 a 170	2	16	2	8	2
170 a 220	2	28	4	2	4
220 a 270	3	35	6	15	5

Volviendo a la regulación del título de piloto, mientras la Casa de Contratación permaneció en Sevilla, las condiciones para obtener el título de piloto no variaron. Los cambios, se materializaron en 1748, e iniciaron a partir de la llegada a España de los borbones en 1700. El 28 de enero de 1717, el Rey Felipe V nombró a José Patiño Rosales (1666-1736) intendente general de la Marina y del Ejército de España y presidente del Tribunal de la Casa de Contratación de Indias. El recién nombrado intendente general, creó la Real Compañía de Guardiamarinas el 15 de abril de 1717, y el 12 de mayo del mismo año por decreto de Felipe V se trasladó la Casa de Contratación de Indias de Sevilla a Cádiz. Según Caravaca (2015) estos hechos propiciaron las transformaciones sufridas por la Casa de Contratación de Indias y que algunas de las funciones realizadas en su seno pasasen a desempeñarse en la Real Academia de Guardiamarinas, llegando a considerar a la Armada, como la continuadora de la labor

científica que se realizó durante siglos en la Casa de Contratación de las Indias. Francisco Antonio Orbe que ejercía el cargo de piloto mayor desde 1707, fue nombrado director de la Real Compañía de Guardiamarinas en 1717, continuando en sus funciones de examinar a los pilotos.

La normativa reguladora de la profesión de piloto (1552) continuó vigente hasta las Ordenanzas Generales de la Armada de 1748 (en adelante OGA, 1748), que se examinarán con más detalle en el capítulo 3, pero aquí interesa resaltar que a través de su articulado se creó el Cuerpo de Pilotos de la Armada, en las que se establecieron tres clases de pilotos -primeros, segundos y ayudantes o pilotines-, para su formación se crearon las Escuelas Departamentales de Navegación en Cádiz, Ferrol y Cartagena y de forma sucinta se determinó cómo debía ser su formación, en la que para el acceso establecía que los aspirantes supiesen leer y escribir. Los que pretendían plaza de piloto eran examinados por el piloto mayor de la Armada, con asistencia de sus ayudantes o de otros dos pilotos hábiles. El examen versaba sobre los puntos esenciales del Arte de Navegar y uso de los instrumentos precisos para su práctica. Los candidatos declarados aptos se consignaban en certificación firmada por el piloto mayor y por los ayudantes o los pilotos que hubiesen asistido, con la expresión con la cual debían ser admitidos. Poseer esta certificación se estableció como obligatorio para todos aquellos que quisieran conseguir plaza como pilotos en navíos particulares, con lo que, a partir de este momento, quedaban también obligados a examinarse en las Escuelas Departamentales de Navegación.

En ningún Navio de Particulares, con especialidad de los que naveguen en la carrera de Indias, se dará plaza de Piloto a el que no prefente aprobación del Piloto mayor de la Armada, ò de qualquiera de los Directores de Pilotos de los Departamentos, quienes deberan examinarlos del mismo modo, que los que hayan de admitirfe para fervicio de mi Armada, y darles Certificacion de que confte; y el Piloto mayor tendrá lifta de todos los que fe examinare, y aprobàren, para las ocafiones en que fea neceffario emplearlos en mi fervicio. (OGA, 1748, p.166)

En consecuencia, las atribuciones que tenía la Casa de Contratación en cuanto exámenes y expedición de títulos de piloto pasaron a la Armada. Por lo que los alumnos del Real Colegio Seminario de Santelmo de Sevilla, así como los de las Escuelas de Náutica que se fundaron a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, para formar pilotos particulares, a excepción de la establecida en Bilbao en 1740, ya que tenía sus propias ordenanzas que le permitía formar, examinar y emitir títulos de piloto y capitán, y el Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla actuaban como academias preparatorias, destinadas a que los alumnos pudiesen superar el examen de piloto en cualquiera de las Escuelas Departamentales de Navegación de la Armada. Este sistema no dio el resultado esperado, ya que una serie de naufragios ocurridos en buques mercantes achacados a la mala preparación de los pilotos condujo a la promulgación de la Real Orden de 12 de julio de 1783, sobre exámenes de pilotos, facultando a los directores de Departamento y maestros de Escuelas de Náutica<sup>27</sup> bajo protección real para examinar pilotos.

A partir de ese momento, de acuerdo con Pons i Guri (1993) las Escuelas de Náutica con Real protección quedaron facultadas para examinar y emitir la patente correspondiente, “La sobirana resolució de 12 de juliol de 1783 va permetre que en l’Escola Nàutica d’Arenys de Mar es fessin exàmens de pilot i s’expedissim les corresponents patents, [...]”. (p. 21)

Por el Ministerio de Marina se ha comunicado con fecha 12 del corriente una orden circular en que se expresa: Que atento siempre el Rey al fomento de sus vasallos y prosperidad de sus Reynos, ha oido con sumo sentimiento varias relaciones de calamidades sucedidas en navegacion de buques mercantes; y deseoso S.M. de atajar el progreso de este daño tan destructivo al Estado, mandó sé tomasen informes y adquiriesen las noticias conducentes á la averiguación de su origen, para proceder con oportunidad al remedio. Resultando de ellas, y de una representación últimamente dirigida a S.M. por un particular de Santander que la principal causa consiste en no llevar las embarcaciones Pilotos expertos, y a probados en la teórica y práctica de

---

27 Las Escuelas de Náutica se tratan en detalle en el capítulo 3.

su arte , capaces de gobernarlas : ha resuelto S. M: Que los Directores de Pilotos en los Departamentos de Marina , y los Maestros de las escuelas de navegacion establecidas en sus dominios con Real proteccion, exáminen al que pretendiere plaza de Pilotin, segundo Piloto, y primero para las navegaciones de Europa , teniendo hechas las campañas precisas para adquirir la practica necesaria ó correspondiente á cada plaza : Que deba ser el exámen con las formalidades y circunstancias que previenen los artículos VI y VII , tratado IV , título I de la primera parte de las Ordenanzas de la Armada , expresando en el nombramiento ser limitado el examen para navegar en los mares de Europa. (Gaceta de Madrid, 1783, pp. 640-641)

Esta medida, lo único que cambiaba era la facultad de examinar y emitir títulos de piloto, donde antes sólo podían hacerlo las Escuelas Departamentales de Navegación de la Armada, ahora se ampliaba a las Escuelas de Náutica con Real protección. ¿Esa era la solución a los naufrágios? ¿mantener el programa de estudios y permitir realizar exámenes de pilotos a las Escuelas de Náutica con Real protección?

Por la promulgación del Real Decreto de 8 de julio de 1787, la dirección de los Colegios de San Telmo y las demás Escuelas de Pilotaje de España pasaron a depender de la secretaría de Marina, bajo la dependencia del capitán general del respectivo Departamento, mientras que la parte técnica quedó sometida al comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de la Armada.

La denominación de los títulos continuaría siendo las establecidas en las OGA, 1748 pilotines, segundo piloto y primer piloto.

Por su extensión, y una mejor exposición, desarrollamos en el subepígrafe siguiente las clases de piloto reguladas.

### **1.2.1. Clases de pilotos**

En los inicios, los pilotos se clasificaron en función de las carreras para las que estaban examinados. A través de Veitia Linaje (1672) nos acercamos a las distintas carreras existentes y sus denominaciones y trayectos:

- Tierra Firme, que comprendía: el Cabo de la Vela, Santa Marta, Cartagena, Nombre de Dios y La Habana;
- Nueva España, que comprendía: la ruta de Santo Domingo y La Habana; y las Islas de Barlovento: constituidas por las islas septentrionales de las Pequeñas Antillas, entre las que están Granada, Martinica, Santa Lucía, Barbados, Guadalupe, Dominica, Trinidad y Tobago.

Como hemos comentado anteriormente para cada una de las carreras el aspirante a piloto tenía que ser examinado. Pero aparte de estas derrotas, como señala Navarro García (1967) había tantas como puertos de destino, “y así hay pilotos de Honduras, de Margarita, de Puerto Rico [...]” (p.21), de los que ha inventariado 420 exámenes para pilotos, en los que se detalla para la carrera o carreras que se les habilitaba desde 1568, fecha de la que datan lo que califica de los primeros expedientes académicos de pilotos de la Carrera de Indias hasta 1600.

A pesar de la clasificación a la que nos referimos en este apartado, existía la que se hizo en función de la habilitación que expedía la administración a los pilotos, conviene conocer los tres géneros de pilotos que distingue Escalante de Mendoza (1575) en función de los trayectos que realizaban:

- Pilotos de río, son los que traen las naves desde el pasaje de Sevilla hasta aquí donde estamos.
- Pilotos de barra son aquellos que nos llevan desde aquí hasta sacarnos de la barra de Sanlúcar.
- Pilotos de mar, los que van navegando por esos golfos y mares largos en demanda de tierras muy lejanas y remotas.

Para la emisión de los títulos de piloto, el criterio que se siguió fue en función de la ruta que se realizaba con destino a las Indias, y su validez era única y exclusivamente

para la ruta para la que se habían examinado, que, como hemos comentado anteriormente, había tantas como puertos de destino. El título facultaba para la ruta que especificaba, teniéndose que examinar el piloto para cada una de ellas.

Asimismo, debemos añadir a la clasificación, la que surgió debido a la escasez de pilotos examinados, que posibilitó a profesionales sin los requisitos exigidos para obtener la certificación correspondiente, poder pilotar las naves de la Carrera de Indias. Siguiendo a Pulido Rubio (1950) los distinguimos en:

- Pilotos no examinados, aquellos que sin realizar ningún tipo de examen les fue suficiente demostrar que eran prácticos en la navegación.
- Pilotos aprobados, los que sufrieron examen, pero sin seguir las Ordenanzas.
- Pilotos acompañados, entre los que distingue dos tipos: los que estando examinados realizaban el viaje con otro más antiguo y los que sufrían un examen superficial para realizar un viaje determinado.

Las OGA de 1748 establecieron tres clases de pilotos: “Para fervicio de la Armada, havra tres clafes de Pilotos, primeros, fegundos, y Ayudantes, o Pilotines [...]” (Título I, art. 5, p. 161). En el artículo siguiente establece la consideración que tendrán dentro del organigrama de la Armada: oficiales de mar. Sin embargo, no establece más diferencia entre primeros y segundos pilotos que la ubicación de su puesto de trabajo, babor o estribor en función de la clase a la que pertenecen, esta será la única distinción que encontraremos en las OGA, 1748 entre los segundos y primeros pilotos.

Los Pilotos en los Vageles , feran confiderados como Oficiales de Mar , y preferiran a todos los que tengan otro exercicio de efa naturaleza : fe dividiran en dos Guardias, del mifmo modo que la Gente de Mar i el primer Piloto, afsiftira a la Guardia de Eftribor y el fegundo , a la de Babor : Si fueren dos los primeros Pilotos , fe agregaran los fegundos , y los Pilotines a fus Guardias , fegun hubiera difpuefto el Commandante del Vagél. (p. 176)



Por otra parte, las OGA, 1748 fueron mucho más precisas a la hora de delimitar la obligaciones de los pilotos embarcados, atribuyéndoles las siguientes funciones (Título II, arts, 1-32, pp. 174-184):

- Vigilar la conservación de los principales elementos de gobierno: timón y bitácora.
- Cuidar de los utensilios que le correspondían y comprobar que eran conformes con los que el reglamento señalaba.
- Presentar las cartas, compases e instrumentos de tomar alturas, al piloto mayor y al comandante del buque para que comprobasen si estaban correctamente graduados
- Mantener el rumbo al que tenían que gobernar.
- Prestar atención a las variaciones de las condiciones de mar y viento para asesorar al comandante de la guardia sobre las acciones a tomar.
- Controlar la velocidad y el abatimiento del buque para el cálculo de la situación de estima.
- Calcular la situación del buque –latitud y longitud- corregida por observación del Sol.
- Detallar la latitud, longitud distancia navegada en la singladura.
- Llevar diario de navegación especificando todos los acaecimientos por singladuras, condiciones de mar y viento, rumbos, etc.
- Reconocer los puntos de tierra según la distancia a la que se encuentre o el ángulo con que las observe, dibujando su contorno.
- Intentar levantar el plano lo más exacto posible, si no es así, anotar en el diario de navegación su sonda y características más importantes (referido a los puertos conocidos).
- Controlar y anotar las variaciones de las agujas, así como los demás acaecimientos que ocurran a bordo.

- Instruir en la náutica a pilotines, alumnos del Colegio de San Telmo, así como a los alumnos de otras Escuelas Particulares (obligación establecida para los primeros pilotos).
- Instruir en la náutica a los guardiamarinas (común a primero y segundos pilotos).

A pesar de que se establecieron diferentes clases de pilotos, los cometidos a bordo entre los primeros pilotos y los segundos, poco se diferenciaban entre sí, como hemos podido ver en la referenciada OGA, 1748. En las Ordenanzas Generales de la Armada de 1793 (en adelante OGA, 1793) se siguió con la enumeración de las obligaciones de los pilotos en la misma línea que en las de 1748, con la particularidad que los pilotos primeros y segundos pasaron a ser considerados oficiales mayores<sup>28</sup>. Pero seguía sin establecer diferentes facultades según fuesen primeros pilotos o segundos.

La Real Orden de 12 de julio de 1783, en lo que se refiere a la clasificación de los pilotos fue continuista con la establecida en las OGA, 1748 manteniendo las tres clases: pilotines, segundos pilotos y primeros pilotos, como mostramos en la tabla 1.6, en donde establece una doble novedad, por una parte prohíbe terminantemente que el pilotín pueda despachar el buque para cualquier itinerario y por la otra, la posibilidad de emitir el título restringido para Europa, en aquellos casos que no se hayan realizados los preceptivos viajes a América, conservando la denominación de piloto de la Carrera de Indias para aquellos que cumplimenten los viajes a América establecidos para cada clase.

[...] Que así los Capitanes de puerto como los Jueces de matrícula apliquen todo su zelo y vigilancia para que no salga embarcación alguna al mar, que según su porte, no lleve los correspondientes Pilotos examinados, particularmente si el viage es para las Américas; é igualmente no dexen salir con solo Pilotin á embarcación alguna, por las malas consecuencias que ha originado este abuso. Finalmente, que para ser

---

28 Véase: *Reglamento general de quanto abraza el total armamento de los navios, fragatas y corbetas de la Real Armada* (1792). En el cual hace relación de los utensilios de la Armada y profesional a su cargo, referencia al piloto en general, sin hacer distinción de clases.

examinado de segundo Piloto de la carrera de Indias, ha de justificar, del mismo modo que. para Pilotin, haber hecho tres viages redondos á la América, y para primer Piloto cinco; guardando en todo lo demás las formalidades que se han explicado para Pilotin [...]. (Gazeta 1º de Agosto de 1783, p. 642)

**Tabla 1.6.** Clases de pilotos y requisitos de capacidad, conforme La Real Orden de 12 de julio de 1783. Fuente: Elaboración propia a partir de La Real Orden de 12 de julio de 1783.

Grado	Requisitos	Examen
Pilotín <sup>29</sup>	Hombre de buena conducta y loables costumbres. Realizar dos viajes redondos a América/o un viaje solo y algunas travesías/o un viaje redondo y algunas campañas a Europa en buques del Rey. Los viajes debían ser acreditados mediante certificación emitida por el dueño del buque intervenida por el juez de matrícula. En el caso de no haber realizado los preceptivos viajes a América, sólo estaban facultados para navegar por Europa.	Sobre los puntos esenciales del arte de navegar y uso de los instrumentos necesarios a la navegación.
Segundo Piloto	Tres viajes redondos a América. Los viajes debían ser acreditados mediante certificación emitida por el dueño del buque intervenida por el juez de matrícula. En el caso de no haber realizado los preceptivos viajes a América, sólo estaban facultados para navegar en Europa.	No especifica sobre que versará.
Primer Piloto	Tener veinte y cinco años y cinco viajes a América. Los viajes debían ser acreditados mediante certificación emitida por el dueño del buque intervenida por el juez de matrícula. En el caso de no haber realizado los preceptivos viajes a América, sólo estaban facultados para navegar en Europa.	Tanto sea para Europa como para América, será especialmente sobre la entrada y salida de los puertos de los tres Departamentos, de acuerdo con lo establecido a 20 de marzo de 1758.

<sup>29</sup> La duración de los estudios para alcanzar el grado de pilotín según Pons i Guri (1193) dependía del nivel de estudios del alumno, pero normalmente era de dos años.

Con la entrada en vigor de las Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla 1786, las titulaciones profesionales obtenidas después de cursar los estudios y cumplir los requisitos establecidos en las mencionadas ordenanzas, que se detallan en la tabla 1.7, se clasificaron en dos clases: pilotines y pilotos. Las Ordenanzas del Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786, fijaron el plan de estudios académicos -el cual analizaremos en el capítulo de la formación-, las prácticas profesionales, la clasificación de los pilotos y los requisitos que tenían que cumplimentar para obtener las titulaciones profesionales. Al finalizar los estudios académicos, que duraban cuatro años, los aprobados embarcaban como agregados al rancho de pilotos, en los barcos de la Real Armada y los de la marina mercante que hacían la ruta a Indias.

**Tabla 1.7.** Clases de pilotos y requisitos de capacidad, conforme Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786. Fuente: Elaboración propia a partir Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786.

Grado	Requisitos	Examen
Pilotín	Ser natural de mis dominios, de buenas costumbres, tener aprobadas las cuatro clases de matemáticas y facultades náuticas, haber realizado tres campañas a Indias y exhibir los Diarios de Navegación legítimamente autorizados y además el director tomará seguros informes de su conducta.	1er Ejercicio: (2 horas) Mecánica con aplicaciones á la Construcción, Maniobra, y Artillería naval 2º Ejercicio: (2 horas) Navegación
Piloto	Estar en posesión del título de pilotín, haber realizado dos campañas más a las Indias, presentar los Diarios de Navegación, tener veinticuatro años de edad y el director tomará seguros informes de su conducta.	1er Ejercicio: (2 horas) Mecánica con aplicaciones á la Construcción, Maniobra, y Artillería naval 2º Ejercicio: (2,5 horas) Navegación

Con la puesta en marcha del plan de estudios Winthuysen en 1790<sup>30</sup>, los pilotos se clasificaron en: pilotines, segundos pilotos y primeros pilotos, manteniendo la denominación establecida en las OGA, 1748. Esta clasificación se mantuvo hasta el 1890, que se modificó por Real Orden de 20 de mayo, en la que quedarían establecidos los títulos de capitán de la marina mercante y piloto de la marina mercante<sup>31</sup>.

La designación de piloto no sólo se utilizó para determinar la profesión que se ejercía, sino también para la designación de cargos. Tenemos constancia de la existencia de diferentes cargos en los que se utilizó la denominación de piloto como los de piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla, formador y examinador de pilotos de la Carrera de Indias y censor de las cartas e instrumentos de navegación, el piloto mayor de la Armada Real de la guardia de la Carrera de Indias, el piloto mayor de las flotas de Nueva España. Entre los que Veitia Linaje (1672) atribuye la relevancia del piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla “por qué es preeminente en grado, y lo debe fer en fabiduría, fiendo el puefto á que le vendrian bien todas aquellas propiedades, virtudes, y ciecias, que el Capitan Francisco de Ruef (quien dignamente ocupa ahora este puefto) [...]” (p.139). También la Armada utilizó esta designación en las OGA, 1748 al crear el cargo de piloto mayor de la Armada.

### 1.3. CONSIDERACIÓN SOCIAL DEL PILOTO

En la Edad Moderna, trabajar en la mar a bordo de un buque mercante significaba adentrarse en un mundo laboral totalmente diferenciado de los distintos trabajos que se realizaban en tierra. El medio en donde se desempeñaba, la mar, no siempre era favorable

---

30 MNM, Ms. 895, doc. 1, fol. 1-7

31 Por Real Decreto de 20 de mayo de 1890 (Gaceta de Madrid de 27 de mayo de 1890), se redujeron las clases de pilotos a dos: “Capitán de la Marina Mercante” y “Piloto de la Marina Mercante”.

a los tripulantes, y condicionaba su duro trabajo a bordo. A lo que había que añadir tripulaciones excesivas relacionadas con las escasas dimensiones de los buques dedicados a la Carrera de Indias, que, según su tonelaje, oscilaban entre 30 y 64 hombres, de acuerdo con la tabla 1.5, sin olvidar el pasaje con destino a las Indias. En ese espacio reducido convivían hombres y mujeres, animales domésticos y carga, en unas condiciones de hacinamiento y escasa, por no decir nula, higiene personal, lo que, unido a las cambiantes condiciones meteorológicas en la mar, se podía convertir en una situación insufrible. Como así lo narró Salazar (1573), en la carta que le escribe a su amigo el licenciado Miranda de Ron, en la que describe un navío y la vida que hacen los oficiales y marineros. También reflejó la dureza de la vida a bordo en la descripción del navío que hace Torre (1985): “el navío es una cárcel muy estrecha y muy fuerte de donde nadie puede huir, aunque no lleve grillos ni cadenas, y tan cruel que no hace diferencia entre los presos; igualmente los trata y estrecha a todos” (p. 63). Estos dos autores, junto con Antonio de Guevara, que en 1539 narró la difícil vida en una galera, son, de acuerdo con Mira Caballos (2010), los tres autores de la época que relataron la dureza del día a día a bordo. En los largos y duros viajes, tripulantes y pasajeros compartían el lugar de residencia y trabajo, su encierro, la rutina diaria, aislados de la sociedad, en el buque como institución total<sup>32</sup>.

Fernández Duro (1877) enumera todas las carencias, inseguridades, sufrimientos, venturas y desventuras que tenía que soportar el pasajero que se embarcaba. Describe las relaciones entre ellos y tripulantes, la convivencia y la imperativa con roedores, blatodeos, así como diferentes especies de parásitos por compañeros de viaje. A lo que añade las incomodidades que los acompañarán, la falta de intimidad, el hacinamiento, los malos olores, que según las crónicas eran insoportables. Sin olvidar lo que podía suponer las calmas o temporales, en unidades de escasas dimensiones y sobrecargadas,

---

32 Véase: Rodríguez-Martos, R. (1996). En cuanto el buque como centro de trabajo y vida en el cual los tripulantes y en su caso el pasaje, sólo tienen ocasión de relacionarse entre sí, alejados de elementos externos.

que agravaba los efectos de las condiciones meteorológicas y aumentaba las dificultades de realizar las labores marineras para correr el temporal. Estas penurias que tenían que soportar los tripulantes, por la dureza del trabajo en la mar, y las condiciones de alojamiento y alimentación que padecían a bordo, repercutían negativamente en su estado físico, tanto es así que según Martín García (1999) presentaban una imagen de temprano envejecimiento.

La organización del trabajo, con el piloto y maestre en la dirección técnica y comercial de la nave, estaba distribuido entre marineros, grumetes y pajes, que realizaban las labores habituales como mantener las cubiertas limpias, reparar e izar las velas cuando fuera preciso, atar cabos, reparación de estachas y velas, achicar el agua, revisar los aparejos, mantenimiento y reparaciones. La fuerza de trabajo utilizado en la mar estaba compuesta de forma diferente a la constituida en la producción industrial, que básicamente estaba integrada por la mano de obra aportada por el grupo familiar, es decir, por el maestro artesano y la ayuda proporcionada por su mujer y sus hijos más los parientes, quedando sujetos a la autoridad del maestre (Marcos Martín, 2000).

Como contraposición, en la mar, la autoridad provenía del piloto y del maestre, la base de la fuerza de trabajo no provenía del grupo familiar, sino que esta era muy heterogénea, y de diversa calidad humana, como advierte Fernández Almagro (1946), cuando se refiere a la procedencia de las tripulaciones.

No dejemos de advertir cómo se extraían de muy bajos fondos sociales —por precio, a maleantes, o por fuerza, sobre galeotes— las tripulaciones que si, en un principio, únicamente servían el remo de las galeras, más tarde se extendieron a los galeones para realizar la parte práctica de las maniobras: aquellas tripulaciones a que han dado, tanto histórica como literariamente, color y carácter “los cómitres, patrones, Pilotos, marineros, conselleres, proeles, timoneros, espalderes, remeros y bogavantes”, que pueblan las páginas —de dramática picaresca— del Libro de los inventores del arte de marear y trabajos de la galera, que compuso fray Antonio de Guevara. (p. 30)

Completaban las tripulaciones aquellos que, atraídos por la idea de un futuro mejor, deseaban emigrar a América y, al no disponer de los fondos necesarios para pagarse el pasaje, ni reunir los estrictos requisitos que imponía la Corona española, se enrolaban como marineros. Lo que no era tarea difícil, a pesar de no tener ninguna experiencia marinera, debido a las dificultades que existían para completar las tripulaciones de las flotas de Indias. Constituyéndose ese procedimiento en una forma peculiar de emigrar a América, ya que a la llegada a tierra desertaban, a pesar de que los castigos establecidos para los desertores eran duros. Por lo que no eran otra cosa que “emigrantes disfrazados de hombres de mar” (Pérez-Mallaína, 1992a, p. 36).

En la Edad Moderna, el estamento que soportaba la fuerza del trabajo correspondía al pueblo llano (tercer estamento), ya que la nobleza y el clero eran improductivos. Para la nobleza el trabajo manual constituía un agravio para el honor. La clasificación de algunos oficios como viles, los hacía incompatibles con la hidalguía y los cargos públicos. Esta situación, de acuerdo con García Garrosa (1993) perduró hasta la promulgación de la Real Cédula de 18 de marzo de 1783 de Carlos III.

La gente de mar, dentro del tercer estamento, generalmente pertenecía a la clase más desfavorecida. Por el medio en el que se desarrollaba, la profesión de marinero resultaba peligrosa y, por ello, a ella solo se dedicaba la gente pobre, que no solía tener otra opción para ganarse la vida. Muchos de ellos eran reclutados entre familias numerosas, que los padres no tenían posibilidad de alimentar, o directamente recogidos de la calle, como es el caso relatado por Pérez-Mallaína (s.f) sobre la procedencia y origen del piloto Francisco Manuel:

un muchacho perdido huérfano” que tuvo suerte se cruzó con el capitán Andrés de Paz, uno de los más ricos influyentes armadores de la ciudad de Sevilla. El naviero lo tomó a su servicio y cuando el joven no navegaba en sus barcos lo “prestaba” otros colegas así, con el apoyo de su poderoso padrino, fue subiendo de categoría profesional hasta que llegó examinarse como Piloto. Como no tenía idea de quienes eran sus padres, tuvo que llamar una serie de amigos que testificasen sobre sus orígenes sus buenas



condiciones. Su padrino, Andrés de Paz, contaba que lo encontró cuando tenía siete ucho años vagando por el Arenal, absolutamente perdido sin que pudiera decir quienes eran sus padres, como vio “que era un muchacho perdido era bonito tenía ganas de servir, este testigo lo metió en una nao de este testigo para acomodarlo hacerle bien, porque no se perudiese [...]”. (p. 49)

Como se ha mencionado anteriormente, la posición social y el escaso poder adquisitivo de la gente de mar, sirvió como pretexto para reducir en 1555 el periodo de oír la lectura de la Cátedra de Cosmografía, argumentándose la pobreza de los aspirantes a pilotos que no tenían otro medio de sustento que su trabajo<sup>33</sup>.

La pertenencia de la gente de mar al tercer estamento, en principio, supuso una brecha infranqueable para que los hidalgos se dedicasen a las profesiones del mar, como quedó manifestado en la Cédula emitida en Madrid el 27 de enero de 1582, por la que se concedía a los vizcaínos el permiso para ir de maestros de sus navíos, con la doble condición de llevar dos pilotos examinados y que renunciasen a su hidalguía. La exigencia de la renuncia a la hidalguía permaneció hasta la promulgación de la Cédula dada en Madrid a 19 de marzo de 1609, en la que en el capítulo 14 se alentaba a los hidalgos a servir en la mar, como cualidad de más honra y estimación: “Que el servir en la mar no perjudique á los hijofdalgo, ni a fus fuecsosores, antes les fea qualidad de mas honra, y eftimacion” (Veitia Linaje, 1672, p. 123)

Para Goodman (2001) “la categoría social” fue la respuesta a las siguientes preguntas: “¿Por qué era tan raro que los marinos españoles ascendiesen hasta el grado de almirante o capitán general? ¿Y qué impedía a los nobles empezar su carrera en la marina sirviendo como grumetes?” (p. 338). Continúa Goodman (2001) exponiendo la solución que sugería el capitán general de la flota Atlántica Martín Padilla consistía en el

---

33 Véase: García Franco (1947, vol. 2, p. 177), Pulido Rubio (1950, pp. 80-82), Navarro García (1967, p. 277), Chaunu (1977, p. 220), Pérez-Mallaína (1992a, pp. 35-36).

reconocimiento público de los méritos de los marinos, mediante la puesta en marcha de una serie de medidas en los distritos marítimos, encaminadas a ensalzarlos. A la par que Diego Brochero almirante general de la Armada del Mar Océano y segundo de Martín Padilla consideraba que el reconocimiento social de los marinos ingleses y holandeses había repercutido en sus victorias navales. Mientras en España, la de marino “era una ocupación tan despreciada que a nadie se estima menos en la nación española que a los marinos” (Goodman, 2001, p. 338).

El criterio seguido en toda Europa para elegir el mando de las fuerzas armadas era el mismo, pertenencia a la nobleza. El fracaso de la Armada Invencible (1588) planteó la posibilidad de que los capitanes de flotas fuesen marinos, pero Brochero, a pesar de apoyar a los marinos expertos, se oponía, al considerar que no tenían las cualidades necesarias para ostentar el mando de un galeón, ya que no eran nobles y no podían ganarse el respeto de un capitán de infantería, dicho con palabras de Goodman (2001): “El punto de vista de Brochero sobre esto demuestra que pese a todos los años que había pasado en la mar su mentalidad seguía siendo la de un soldado” (p. 315).

A pesar de la brecha económica existente entre señores de naos, maestros, pilotos y marineros, la desconsideración social de la gente de mar era generalizada. La falta de consideración social del piloto venía dada por el carácter práctico del ejercicio de la profesión, unido a que era requisito indispensable para poderse examinar de piloto haber navegado de marinero durante seis años, “¿quién sino un marinero acostumbrado a ganar soldada y a habitar bajo el puente como cualquier otro se acercaría a oír las lecciones de cosmografía?” (Navarro García, 1967, p. 277).

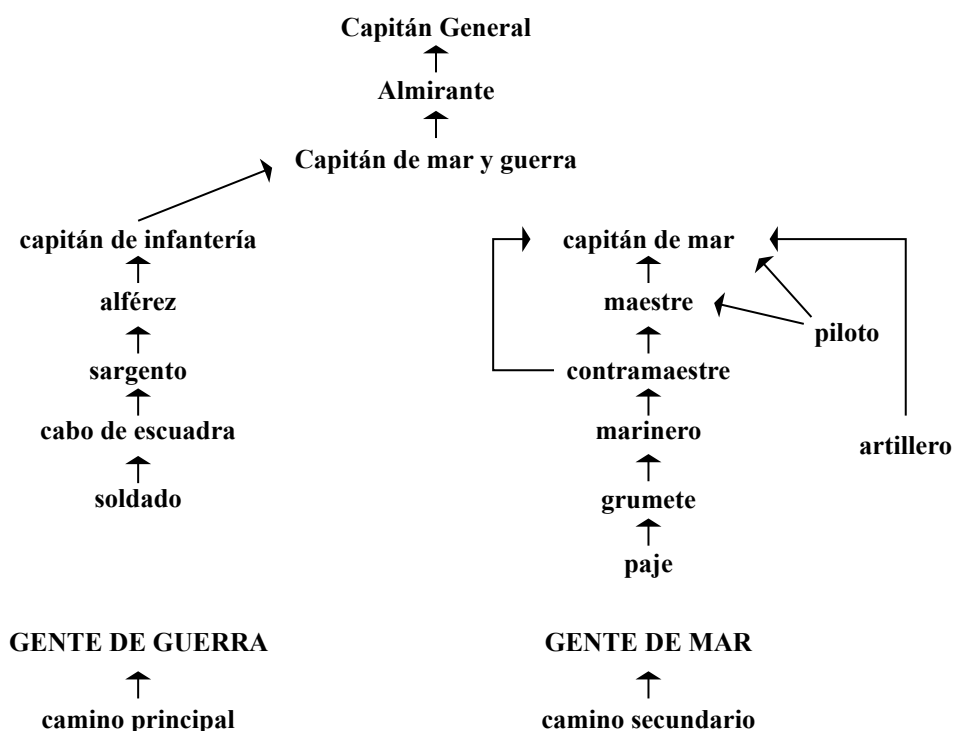
A los señores de naos, tampoco se les tenía en mayor consideración, los oficiales de la Casa de Contratación los recibían sentados, haciéndoles permanecer a ellos de pie, por lo que se sentían humillados, ya que a los representantes de los comerciantes les permitían tomar asiento. Después de elevar protesta, se les permitió tomar asiento.

La poca consideración social hacia los señores de naos, y en general hacia la gente de mar, quedó reflejada cuando, por falta de personal para ocupar las plazas de maestros de ración, en 1584, fueron convocados cuatro importantes señores de naos que tenían en común ser maestros o pilotos de la carrera de Indias, entre los cuales estaban: Andrés de Paz, diputado de la Universidad de los capitanes, y dueños de naos de la navegación de las Indias, que había ejercido de capitán, y Cristóbal Monte Bernardo que había servido de almirante en flotas y armadas y de general. Ante lo que consideraron una afrenta, apelaron la orden y acudieron al Rey, pero hay que recordar que fueron convocados por su condición de maestros y pilotos de la Carrera de Indias. El origen actuaba como un estigma que los acompañaba durante toda su vida, por mucho que tratasen de olvidarlo cuando alcanzaban una posición económica acomodada, como es el caso de estos cuatro señores de naos, que en el momento que los trataron como simples maestros o pilotos de la Carrera de Indias remarcaron cuál era su condición.

son hombres principales y de buena calidad e hijosdalgo, y personas de mucha autoridad y ricos, porque tienen casas principales de sus moradas, las mejores casas de Triana, collación de esta ciudad, y así mismo cada uno de ellos más de treinta y cuarenta mil ducados de hacienda, y son hombres que tienen y sustentan caballos y mulas y criados y esclavos y mucha casa, y se han tratado y tratan como personas principales y entre caballeros y personas graves, y entre mercaderes ricos. (Navarro García, 1967, p.279)

La categoría social fue decisiva para poder acceder a los altos cargos de las flotas ya que la Corona siguió una política consistente en nombrar a los altos cargos entre miembros de la nobleza, que generalmente no poseían conocimientos náuticos, lo que provocó quejas por parte de la Universidad de Mareantes que, como heredera de los cómitres, solicitó en 1608, se les confirmasen los antiguos privilegios concedidos a los maestros y pilotos examinados. A estos privilegios no cumplidos, añadían que no tenía en cuenta a sus miembros más destacados, para los nombramientos de generales y almirantes de flotas y galeones, a lo que solicitaban se les confirmasen los privilegios concedidos antaño por los Reyes a los cómitres. La respuesta de la Corona fue ambigua

y la Universidad de Mareantes lo interpretó de una forma favorable a sus intereses, pero la realidad, es que los nombramientos se siguieron realizando bajo el mismo criterio y sin tener en cuenta la experiencia náutica para el desempeño de los altos cargos, a los cuales teóricamente se llegaba por las vías que se señalan en la figura 1.1.

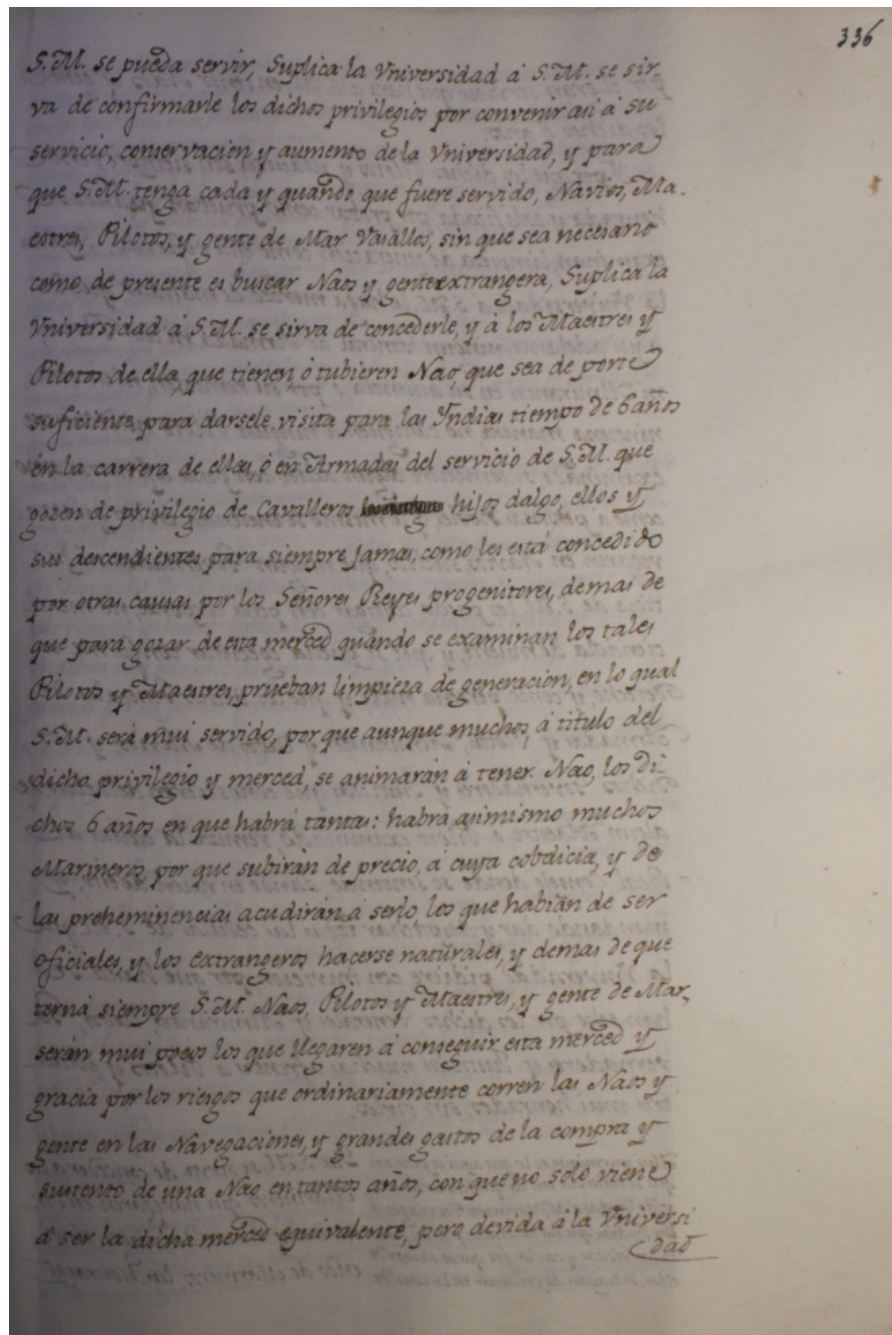


**Figura 1.1.** Vías para alcanzar los grados superiores de la Armada. Fuente: Goodman (2001, p. 326).

La Universidad de Mareantes también solicitó para pilotos y maestros el privilegio de hidalguía, tanto para ellos mismos como para sus descendientes (véase figura 1.2.). En el parecer emitido por don Francisco de Varte, en razón al memorial presentado por los diputados de la Universidad de Mareantes al Rey, refleja su consideración a que no les sea concedido el privilegio de hidalguía, en los siguientes términos:

Muchos inconvenientes tiene que se abra puerta para que se hagan tantos Hidalgos de privilegio, y respecto de los que tienen Naos lo hacen por la ganancia que de ellos se les sigue, que es mui grande, si acierta á hacer en salvo los viajes a la Indias que se pueden hacer en seis años, parece que bastaría

conceder a los dichos dueños de Naos, Pilotos y Maestros lo que piden en el capitulo siguiente cerca de que no sean castigados con penas afrentosas.<sup>34</sup>



**Figura 1.2.** Solicitud de la Universidad de Mareantes al Rey para la concesión de privilegios de caballeros hidalgos para los maestros y pilotos. Fuente: M.N.M., Ms. 32, fol.336.

34 M.N.M., Ms. 32 Colección Martín Fernández de Navarrete (fol.335).

Como respuesta a las presiones ejercidas desde la Universidad de Mareantes, la Corona siguió intentando subir la categoría social de los marinos, pero los privilegios y exenciones concedidos por la Corona, a pilotos y maestros fueron de escaso calado. A las mencionadas anteriormente les siguieron:

D. Felipe IV en Madrid á 19 de mayo de 1635. En Aranjuez á 29 de abril da 1648.

Que al piloto mayor de Sevilla y pilotos de la carrera de Indias se les guarden las preeminencias que se declara.

Es nuestra voluntad y mandamos, que las preeminencias concedidas al artillero mayor, y á los demás artilleros de las armadas y flotas, examinados y aprobados, se guarden al piloto mayor, y á los demás pilotos de la carrera de Indias, sin faltaren cosa alguna. Y ordenamos á los presidentes y gobernadores y oidores de nuestras chancillerías y audiencias, alcaldes y alguaciles de nuestra casa y corte y chancillerías, y al asistente de Sevilla y alcaldes de cuadra, y otras cualesquier justicias y jueces de estos nuestros reinos y señoríos de Castilla, que les guarden y hagan guardar las gracias, mercedes, franquezas, libertades y exenciones, preeminencias y prerrogativas expresadas en las leyes 36 y 37, tit. 22 de este libro, y las demás que de esto tratan, como se mandan guardar á los dichos artilleros, con las penas y apercibimientos allí contenidos, y que de sus causas no puedan conocer otros jueces sino el presidente y los de la casa de contratación

D. Felipe IV en Madrid á 30 de diciembre de 1653.

Que los generales hagan buen tratamiento de los pilotos.

Porque es justo que los pilotos sean ayudados y favorecidos en cuanto fuere posible, para que se animen á servir su ministerio, ordenamos y mandamos que los capitanes generales de la armada y flotas de la carrera de Indias que les guarden y hagan guardar todo lo que les toca y pertenece por esta razón, y los amparen, traten bien, agasajen y favorezcan como á personas tan necesarias a las navegaciones, de forma que a imitación de los que ahora son pilotos se alienten otros a merecer este grado. (Recopilación, 1681, vol. 1, pp. 306-307)

Todas estas disposiciones, que en poco mejoraban la consideración social de los pilotos, ni las de trabajo a bordo, trataban de fomentar las “vocaciones marineras”, que en aquellos tiempos eran tan escasas. El medio en que se desarrollaba la profesión, las condiciones de las naves, y el tener que iniciarse como paje, hacían que la profesión de

piloto careciese de atractivo para los hijos de la nobleza y de la burguesía. En ese contexto, la Carrera de Indias a principio del siglo XVII empleaba según Pérez-Mallaína (1992a) unas 9.000 personas distribuidas en todos los cargos, que no siempre era posible cubrir con personal español, siendo necesario tener que recurrir al extranjero.

Frente a la situación creada por la escasez de gente de mar, y según Jiménez Jiménez (2002) por la competencia náutica de otras naciones, el Duque de Medinaceli en 1607 proyectó la creación de un colegio de marinos, este proyecto no prosperó quedando estancado, volviéndose a retomar en 1627, para finalmente hacerse realidad en 1681, mediante Cédula de 17 de junio por la cual se creó el Colegio de San Telmo de Sevilla<sup>35</sup> “[...] para recoger, criar, y heducar muchachos huérfanos, y desamparados, enseñándoles la marinería, Pilotage, y Artilleria [...]” (De las Barras de Aragón, 1935. p.37).

En la Cédula fundacional del Colegio Seminario de San Telmo en 1681, entre los requisitos que se exigían a los aspirantes estaban: no ser extranjero, ser pobre, preferencia de huérfanos sobre aquellos que tuviesen a sus padres vivos y al menos de ocho años de edad.

Que no se puedan recibir ni recibir ningunos extranjeros, sino que sean todos los naturales destes Reinos, y preferidos los huérfanos en concurso de, los que tuieren viuos sus Padres, y no tengan menos de ocho años, ni puedan estar en el Seminario, más que otros ocho años, ni admitirse los que pasen de catorce años. (De las Barras de Aragón, 1935, p.39)

Estos requisitos se complementaron el 27 de julio de 1721, con la prohibición del ingreso a los hijos de padres que ejerciesen alguno de los oficios clasificados como viles. Esta nueva condición se estableció como consecuencia de la reunión que mantuvo la administración del Colegio de San Telmo, según Rebollo Espinosa (1988) y Jiménez Jiménez (2002)

---

35 Aunque este centro se tratará de forma más amplia en el capítulo tercero, es oportuno incluir aquí aquellos aspectos que hacen referencia a la condición social de los que se dedicaron a los oficios del mar.

debido a que algunos antiguos alumnos del Colegio de San Telmo de Sevilla empezaban a sobresalir como capitanes de mar y guerra, pilotos condestables de artillería, religiosos, etc., consideradas profesiones nobles que tenían asociados privilegios como no pagar tributos, ni derechos, ni tener que alojar huéspedes o soldados en sus casas. Con lo cual los hijos de notorias familias con escasez de medios económicos, no se sentirían humillados.

A pesar del empeño puesto, la profesión marinera seguía sin atraer a los hijos de notorias familias. En las Ordenanzas de 1786 continuaron los requisitos de orfandad y pobreza, aunque se crearon 50 plazas para porcionistas, estableciendo condiciones diferentes para el acceso al Real Colegio de San Telmo de Sevilla. Mientras los porcionistas pagaban una cuota diaria por su estancia y formación, los de número debían reunir los requisitos de pobreza, orfandad o ser hijos de pilotos y demás gente de mar. García Garralón (2007) sostiene que los colegiales porcionistas eran jóvenes pertenecientes a la nobleza y por lo tanto situados al otro extremo de la escala social en la que estaban los de número, con los que compartían profesorado y enseñanza, a excepción de lo que se refería a las prácticas de embarque, que solo eran obligatorias para los de número, para la profesión de pilotaje o de cualquier otro oficio relacionado con la mar. Al final de la formación, emprenderían caminos diferentes, que, en el caso más favorable, para los colegiales de número culminaría en la obtención del título de piloto.

En efecto, entre 1791 y 1810 ingresaron 190 colegiales porcionistas de origen noble, presentado las pruebas de nobleza de rigor. Aunque prácticamente recibieron la misma formación que los colegiales de número, ninguno de los porcionistas embarcó ni ejerció profesiones relacionadas con la mar<sup>36</sup>. Compartieron en el mismo centro de formación,

---

36 Como así se desprende de Delgado (1985) y del examen de los documentos del Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla y su formación práctica, desde 1682 en que ingresan los primeros colegiales hasta 1841. La información procede de los documentos del Real Colegio Seminario de San Telmo que se custodian en el Archivo Histórico de la Universidad de Sevilla (AHUS) desde 1847, fecha en que se suprime el Colegio (AHUS, Libros 217-281, 284-285 y 308).



y estudios, con proyectos totalmente diferentes. El objetivo final que tenía el Colegio de San Telmo con respecto a los colegiales de número era formar a los colegiales para ejercer profesiones relacionadas con la mar<sup>37</sup>, mientras que para los porcionistas consistía en seguir el criterio ilustrado de instruir a la nobleza.

Coincidieron en un mismo centro de formación, por tanto, los miembros de la parte baja de los dos estamentos extremos. El primero compuesto por la nobleza, en el que se distinguía la alta nobleza formada por duques, condes y marqueses y la baja nobleza, por hidalgos. Por otra parte, los niños pobres y huérfanos pertenecían a la capa más baja del tercer estamento. El tercer estamento estaba compuesto por el pueblo llano, variando su composición entre las ciudades y los pueblos. Rodríguez Cancho (2016) señala la existencia en las ciudades de un amplio sector medio ‘burguesía’, compuesta por los que administraban las ciudades, a los que a su vez subdivide en dos niveles, el superior compuesto por mercaderes, funcionarios, y profesionales liberales, en el nivel inferior los miembros de los gremios, corporaciones, asociaciones y comerciantes, a los que se pueden añadir los trabajadores no cualificados. Dentro de los oficios ejercidos por los componentes del tercer estamento estaban los que la pragmática de 1447 de Juan II de castilla, refiriéndose a cuáles son los oficios prohibidos a los caballeros armados, declaró bajos y viles, a saber: sastre, pellejero, carpintero, pedrero, tundidor herrero, barbero, especiero, recatón y zapatero<sup>38</sup>. En los pueblos, el campesinado estaba formado por los labradores (campesinos con tierras), los jornaleros (campesinos sin tierras) y los mozos de labranza. Dentro de este tercer estamento se encuadraban también los pobres, vagabundos y delincuentes. Las condiciones de acceso de los colegiales de número las *Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla* (1786) se establecía: “[...] deben ser naturales de mis dominios de España é Indias, hijos de familia sin nota particular, notoriamente pobres, [...]” (p.3).

---

37 Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla (1786).

38 Véase: Leyes de recopilación (1745, vol. 2).

También el estrato social al que pertenecía el piloto condicionó su incorporación a la Marina de guerra, caracterizada por el trato desigual que recibió el Cuerpo de Pilotos comparado con el Cuerpo General, que Alia Plana (2001) fundamenta en los siguientes puntos:

- No tuvieron derecho a usar uniforme de la Armada hasta el 16 de enero de 1770.
- No tuvieron tratamiento de Don hasta la Real Orden de 2 de mayo de 1781.
- Fueron incluidos entre los oficiales de mar hasta 1793, que pasaron a ser considerados como oficiales mayores.
- Diferencias en el trato, el servicio y la paga.
- Política lenta de ascensos.

No se puede olvidar la obligación a embarcar como pajes, grumetes y marineros en los periodos entre estudios, previo a la obtención del grado de pilotín o tercer piloto. A modo de ejemplo, en la figura 1.3, correspondiente al estado de los alumnos que estudian ‘con plaza y ración’ en la Escuela de Navegación del Departamento de Cartagena en 1801, se refleja, entre otros datos, el empleo que desempeñaban los aspirantes a pilotos de la Armada entre periodos de estudio.

Estado que manifiesta el número de Alumnos que estudian en esta Escuela de Navegación con Plaza y Ración de gente de mar según el orden de suficiencia.

Los que han concluido sus clases y navegan.	Plazas	Edad	Figura	Suficiencia	Deben	Aplicados	Talento
<u>Pedro Abril</u>							
Simon Julian	16	4...3	Buena	Suf.	Suf.	Buena	
Lorenzo Navarret	15	4..6	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Maria Bealanguero	16	4..5	Ym	Ym	Ym	Ym	
Jayme Barceló	15	3..8	Ym	Ym	Ym	Ym	
Pedro Oms	15	3..11	Ym	Ym	Ym	Ym	
Manxé Manxé	21	3..10	Ym	Ym	Ym	Ym	
Pionisio Novello	13	2...4	Ym	Ym	Ym	Ym	
Luis Nizo	15	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
Joaquín Morales	18	3...5	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
José Durandegui	17	3...7	Ym	Ym	Ym	Ym	
Antero Calvet	13	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Juan Calvet	15	3..10	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Carbon	14	3...10	Ym	Ym	Ym	Ym	
Simon Ruiz	17	4...0	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
Juan Farragut	14	3...7	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
Concluidos sus Clases y pront. Prem.	17	4...3	Ym	Ym	Ym	Ym	
<u>Mag. Rufiano</u>	17	4...0	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Nojat	13	3...6	Ym	Ym	Ym	Ym	
Sebast. González	14	4...1	Medio	Medio	Medio	Medio	
Vicente Bautista	14	3...6	Buena	Ym	Buena	Buena	
Joaquín Gomez	14	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
<u>En Geografía</u>							
Christ. Tono	15	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Fran. Gans	13	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
Martin Bontayol	13	2...4	Ym	Ym	Ym	Ym	
Bernardo Duclou	16	3...6	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Yoolson	12	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Garcia	13	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
José de Murcia	14	2...6	Ym	Ym	Ym	Ym	
Agustín Mas	16	2...1	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Ruiz	16	2...4	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
Fran. Gansfalo	14	1...9	Ym	Ym	Ym	Ym	
Miguel Riera	15	3...8	Medio	Buena	Ym	Buena	
Fran. Novello	13	3...7	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
José Villalba	14	2...7	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Pedro de San Barceló	16	3...3	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
José Julian	12	2...2	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
<u>En Geometría</u>							
José Morales	12	3...2	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Alonso Payan	14	2...9	Ym	Ym	Ym	Ym	
Agustín Chorat	15	3...9	Ym	Ym	Ym	Ym	
Antonio Maya	16	1...2	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Mazuti	12	2...7	Buena	Ym	Ym	Ym	
Nicolás Duclou	14	1...3	Ym	Medio	Ym	Ym	
José Alcarado	14	1...10	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Izanora	12	1...7	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Ant. Garcia	12	1...7	Ym	Ym	Ym	Ym	
<u>En Aritmética</u>							
Bernardo Maximón	14	1...6	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
José Gansfalo	15	1...6	Ym	Ym	Ym	Ym	
José Andrau	12	1...3	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Man. Gil	12	1...6	Ym	Ym	Ym	Ym	Medio
Fran. Povenans	10	1...7	Ym	Ym	Ym	Ym	Buena
Juan Reyes	15	1...5	Medio	Ym	Medio	Ym	
Joaquín de Murcia	10	1...5	Nada	Ym	Nada	Ym	
José Barceló	10	1...5	Nada	Ym	Nada	Ym	

Cartagena 19 de Feb de 1801

Figura 1.3: Estado que manifiesta el número de alumnos que estudian en esta Escuela de Navegación (Cartagena, 1801) con plaza y ración de gente de mar según el orden de suficiencia. Fuente: ANC, Caja 886. Libro nº 1.

Sostiene Fernández Duro (1879) que la corriente que imperaba entonces en la Armada, en la que el ideal del buen oficial de Marina, influenciado por la opinión del Almirante Nelson, era la de un buen práctico en la maniobra de las velas y todo lo que tenía que ver con las maniobras necesarias para poder abordar a otro buque o echar el ancla en el lugar deseado. Por ello a los que sabían determinar la posición del buque por medios astronómicos, se les tachó de sabios. Continúa Fernández Duro (1879) afirmando que a pesar de ser necesario el piloto a bordo de los buques, en las misiones científicas, o como catedráticos, maestros o profesores en las compañías de Guardiamarinas, fue menospreciado y vejado en el contacto con los oficiales, a la vez que se le limitó su carrera profesional.

Como dice Alia Plana (2001) citando a Fernández Duro, una serie de pilotos fueron profesores de la Escuela de Guardiamarinas como Pedro Manuel Cedillo (1676-1761) profesor y director de la de Cádiz, Antonio Gabriel Fernández (1702-¿?), maestro de Matemáticas en Cádiz y Domingo Martínez en la Academia de Ferrol, al que añadimos a Nicolás Josef Bufiano (¿?-1794), 2º maestro de la Escuela de Navegación de Cartagena, a quien por Real Orden de 13 de noviembre de 1777, su Majestad concedió el empleo de maestro tercero de la Academia de Guardiamarinas de este Departamento, con un sueldo de 70 escudos al mes. Como segundo maestro de la Escuela de Navegación, su sueldo asignado era de 35 escudos al mes, siendo el del primer maestro 50 escudos<sup>39</sup>. De ello se infiere que la discriminación también alcanzaba a los salarios de los profesores.

En la cadena de mando faltando todos los oficiales de guerra, las OGA, 1793, continuaban situando a los pilotos por debajo de los guardiamarinas:

Faltando todos los Oficiales de Guerra de la dotación de un navío ú otra embarcación, recaerá su mando en el Brigadier ó Sub-Brigadier de Guardias Marinas, ó Guardia Marina mas antiguo, aunque haya Pilotos, Sargentos, Condestables ó ContraMaestres caracterizados de Oficiales de qualquiera grado en el exercicio de sus respectivas clases [...]

---

39 ANC Libro 11. 878,2. Cuerpo de pilotos. Pilotos de todas las clases del departamento.

A falta de Guardias Marinas quedará la principal dirección y mando del baxel en todo lo que pertenezca a la navegación conservación, en el Piloto de primera ó segunda clase de la Armada á quien corresponda, aunque sea solamente habilitado y no del Número. (pp. 12-13)

Su carrera profesional como sostiene García Garralón (2011) se limitaba a alcanzar el grado de primer piloto sobre los 35 o 40 años después de haber estado navegando constantemente, desde ser examinado y aprobado en la escuela. Blanca Carlier (1979) refiere que, en un principio, los primeros y segundos pilotos fueron graduados de alférez de fragata y de oficiales mayores respectivamente. Con el tiempo a los primeros pilotos se les graduó de tenientes de navío o de fragata, según la antigüedad y a los segundos de alféreces de navío o de fragata. Por relevantes servicios a algunos pilotos se les integró en el Cuerpo General con empleos efectivos, causando baja en el Cuerpo de Pilotos. Estas incorporaciones al Cuerpo General no fueron de un modo natural, siguiendo una carrera profesional lógica, sino que se producían motivadas por hechos que podríamos calificar de excepcionales, quedando suprimido el pase de un cuerpo a otro durante años, lo que pudo venir motivado por lo que Alia Plana (2001) expresa con las siguientes palabras: “El Cuerpo tenía un status inamovible, lo cual era bastante desfavorable en un grupo tan cerrado y clasista como era la Armada de esta época.” (p.274).

En definitiva, en la estructura de la Armada la consideración venía determinada por la clase profesional a la que se pertenecía, y esta a su vez dependía del estamento de origen que resultaba fundamental para acceder a un tipo de formación determinada. Así, mientras los miembros del Cuerpo General pertenecían a la nobleza (normalmente la baja nobleza), los pertenecientes al Cuerpo de Pilotos de la Armada provenían del tercer estamento. En la figura 1.4, se puede ver un ejemplo de la procedencia social de los miembros del Cuerpo de Pilotos de la Armada, reflejada en la profesión paterna en la que se observa que se dedicaban a actividades propias del estado llano, carentes de privilegios, como: contra maestre, calafate, marinero, comercio, mercader, cabo, carpintero y calafate.

Cuando Sellés y Lafuente (1984), se refieren a la clasificación de los pilotos de la Armada como oficiales de mar y a las quejas y peticiones por ellos realizadas, para situarse a continuación de los de guerra, señalan que las quejas continuaron durante los años “disfrutando, a veces, de científico y profesional un conflicto básicamente estamental.” (p.163).

Estado que manifiesta los Alumnos de esta D<sup>a</sup> Escuela de Pilotos q<sup>e</sup> estudian sin Plana con expresión el nombre de sus Padres, edad, tiempo que estudian, clase q<sup>e</sup> estudian, aplicación y talento

Nombres	Nombres de los Padres	Especie q <sup>e</sup> profesan	Edad		Clase en q <sup>e</sup> estudian	Aplicación	Talento
			Años	meses			
Juiz Rizo	Benito	1 <sup>a</sup> Contad <sup>a</sup>	18	32	Navegac <sup>o</sup>	Mediana	Mediana
José Delmonte	Fran <sup>co</sup>	Sangre <sup>o</sup>	18	28	Inutil		
Bautista José de Coca	Acanon	Comerciant <sup>e</sup>	16	28	Comerciant <sup>e</sup>	Regular	Regular
Pedro José García	José	Leccador	16	28	Trig <sup>a</sup> Plana	Regular	Regular
José de Itaya	José	En la Buena	14	25	Comerciant <sup>e</sup>	Buena	Buena
Martin Donayal	Juan	1 <sup>a</sup> Contad <sup>a</sup>	12	25	Trig <sup>a</sup> Esq <sup>a</sup>	Buena	Buena
José Espin	Juan	Maquin <sup>o</sup>	17	25	Inutil		
Joaquin Paredes	Gabriel	Comerciant <sup>e</sup>	17	25	Naveg <sup>o</sup>	Buena	Buena
Fran <sup>co</sup> Penarave Mas	Enrique	Particul <sup>r</sup>	19	24	Naveg <sup>o</sup>	Buena	Buena
Agustin Mave	Agustin	1 <sup>a</sup> Contad <sup>a</sup>	16	19	Trig <sup>a</sup> Plana	Regular	Regular
Fran <sup>co</sup> Guillen	Fran <sup>co</sup>	Ciruj <sup>o</sup> Part <sup>e</sup>	13	17	Trig <sup>a</sup> Esq <sup>a</sup>	Buena	Buena
José Espeter	Domingo	Mercader	18	18	Naveg <sup>o</sup>	Buena	Buena
Aseocio Muro	Gines	Particul <sup>r</sup>	16	17	Geometria	Mediana	Poco
José de Cienca	Miguel	Cau de Nave	14	14	Aritmetica	Poca	Poco
Pedro Lopez Reynoso	Juan	Carpint <sup>e</sup>	16	12	Geomet <sup>o</sup>	Mediana	Buena
Fran <sup>co</sup> Maximón	Antonio	1 <sup>a</sup> Calafate	15	12	Aritm <sup>o</sup>	Mediana	Mediana
Sebastian Alcaraz	Agustin	Particul <sup>r</sup>	14	14	Inutil		
Miguel Guades	Miguel	Medico	16	10	Geomet <sup>o</sup>	Mediana	Buena
José Oton	José	1 <sup>a</sup> Contad <sup>a</sup>	14	10	Aritm <sup>o</sup>	Mediana	Buena
Juanaventura Gogorza	Juan	Particul <sup>r</sup>	13	10	Geomet <sup>o</sup>	Mediana	Buena
Juan Carreño	Juan	Carpint <sup>e</sup>	13	9	Aritm <sup>o</sup>	Regular	Regular
José Alcaraz	José	de Platero Maquin <sup>o</sup> de la de Arca <sup>o</sup>	12	8	Aritm <sup>o</sup>	Regular	Regular
Felipe Rizo	Benito	1 <sup>a</sup> Contad <sup>a</sup>	11	7	Aritm <sup>o</sup>	Mediana	Mediana
José Castellon	Fran <sup>co</sup>	Cap <sup>o</sup> de Calafate	18	4	Aritm <sup>o</sup>	Poca	Buena
Antonio Cordero	Juan	Leccador	15	2	Aritm <sup>o</sup>	Buena	Buena
José María Oaera	José	2 <sup>a</sup> Grujero de Masina	12	2	Aritm <sup>o</sup>		
José Villalva	Tades	Calaf <sup>o</sup>	13	23	Geomet <sup>o</sup>	Reg <sup>o</sup>	Reg <sup>o</sup>

**Notas**  
 José Delmonte y José Espin que se dan por inútiles son de los comprendidos en el Parte que pasó a S. E. con fecha 22 de Feb<sup>o</sup> de este a  
 Resulta de los Exámenes de agua Semestre y haviéndoles advertido  
 sus defectos por 12 E en fecha de ... Delmonte no han vuelto mas a la Escua

Figura 1.4. Estado que manifiestan los alumnos de la Escuela Departamental de Navegación de Cartagena. Fuente: ANC. Caja 886. Libro nº 1.

## 1.4. CONSIDERACIÓN DEL PILOTO COMO TÉCNICO EN LA NAVEGACIÓN

Antes del descubrimiento de América, el comercio marítimo estaba limitado al Mediterráneo, al cabotaje y al fluvial. El piloto realizaba la navegación a la vista de la costa, para lo cual se necesitaban escasos conocimientos de cosmografía, siendo sus instrumentos la brújula y la sonda. En lo que se refiere a los conocimientos de la gente de mar, en la introducción a este capítulo hemos señalado las características e instrumentos que debían de tener los pilotos, según la enumeración realizada por Raymundo Lulio y Alfonso X el Sabio. El libro del Saber de Astronomía contenía los conocimientos necesarios para poder obtener la latitud por los astros, quedaba por determinar la longitud, que se resolvería en el siglo XVIII. Estas consideraciones pueden inducir a pensar que estos conocimientos eran comunes a los pilotos de la época; pero parece ser que no era así. García Franco (1947) califica a los mareantes como gente dura, pobre e inculta, que sólo sabían alguna regla de pilotaje aprendida en las “conversaciones de puertos”, siendo pocos los que eran capaces de entender de forma razonada las reglas del pilotaje y, cuando se refiere a las navegaciones oceánicas que tuvieron que realizar, afirma: “Fue una experiencia y una técnica nueva con las que tuvo que enfrentarse el piloto, mal preparado para este tipo de navegación de altura.” (vol. 2, p.178).

El punto de partida es el de un piloto eminentemente práctico, carente de toda ciencia para el ejercicio de la profesión, que fue evolucionando y de forma gradual se valió de medios técnico-científicos para poder desempeñar su labor de forma eficiente. Esta evolución se inició, como hemos visto, con el nombramiento del piloto mayor, considerado el primer cargo técnico de la Casa de Contratación de Sevilla. A a partir de ese momento, para ejercer la profesión se establecerán unos requisitos teórico-prácticos que tuvieron que superar los aspirantes a piloto.

Los propios autores de los Tratados de Navegación (Artes o Regimientos) de los siglos XVI y XVII, fueron los encargados de plasmar en sus textos el estado de la formación y el nivel de preparación que tenían los pilotos de la época (véase tabla 1.8). Extremo que también se reflejaba en las Reales Cédulas en las que se establecían los requisitos que debían cumplimentar los pilotos.

**Tabla 1.8.** Nivel de preparación de los pilotos según los autores de textos náuticos.  
Fuente: elaboración propia.

Autor	Comentario sobre la preparación de los pilotos
Medina (1545)	“y viedo quan largos y peligrosos caminos por la mar fe hacen, y que pocos delos q navegan faben lo ala navegacio fe requiere, y la caufa es, porq ni ay metros q lo enfeñen, ni libros en q lo lea”. (fol.ii)
Cortés (1551)	Que quanto mas dificultufo le parefciera al mifmo falamon fiel día de oy viera como pocos o ninguosdelos pilotos faben apenas leer y con dificultad quieren aprender y fer enfeñados.” (fol.iii)
García de Palacio (1587)	“Y el día de oy aun lo tengo yo por peor. Por ser los pilotos y marineros que los rigen a lo más común gente ignorante y sin letras, no debiendo serlo para negocio de tanto peligro.” (p.4)
García de Céspedes (1606)	“Bien se q ha de auer muchos, que han de decir, que para hazer eftas reglas, que no era neceffario hazer tantas obferuaciones, ni tanta precifió, porque en mas que yerran los pilotos” (p.4)

La literatura de la época también se ocupa de cual era la preparación técnica del piloto, en este sentido, Salazar (1576, edición 1866) a raíz de realizar un viaje en 1573 desde Tenerife la Isla la Española de la cual fue nombrado oidor, describe de una forma jocosa en carta escrita al licenciado Miranda de Ron, como los pilotos realizan las observaciones y los diferentes resultados obtenidos para calcular la situación del buque.

Tómame este tino. ¡Oh Cómo muestra Dios su omnipotencia en haber puesto esta sutil y tan importante arte del marear en juicios tan votos y manos tan groseras como las de estos pilotos! Qué es verlos preguntar unos á otros: “¿cuántos grados ha tomado vuestra merced?” Uno dice: “dieziseis”. “Otro”: “veinte escasos.” Y otro: “trece y medio.” Luégo se preguntan: ¿cómo se halla vuestra merced con la tierra?” Uno dice: “yo



me hallo cuarenta leguas de tierra.” Otro: “yo ciento cincuenta.” Otro dice: “yo me hallé esta mañana noventa y dos leguas”; y sean tres ó sean trescientas, ninguno ha de conformar con el otro ni con la verdad. (pp. 54 -55)

Como vemos, los pilotos, tampoco como técnicos fueron muy bien tratados, se les calificó de inexpertos, incultos, ignorantes, etc.; pero, es indudable que los instrumentos de observación eran rudimentarios, las tablas y cartas inexactas, los conocimientos existentes de astronomía eran los que se estudiaban en el cuadrivio en las Universidades de Salamanca, Oxford y Paris, utilizando el *Tractatus Sphaerae* (1250) de Juan de Sacrobosco (ca. 1195 - 1256).

Así mismo Gelcich (1889) refleja la opinión de algunos historiadores modernos, consistente en que los conocimientos de Martín Behaim (1459 – 1507)<sup>40</sup> o al menos su práctica no eran superiores a la de los pilotos españoles y portugueses ya que en la expedición que hizo en los 1484-1486 con Diego Cao, por las costas occidentales de África, los errores que cometió en el cálculo de la latitud de su esfera terrestre, estuvieron entre 10° y 16° “mientras que es sabido que muchas de las observaciones verificadas por dichos pilotos llegan á una exactitud de 2 a 3 grados” (p. 76). Lo que nos puede indicar que los sistemas de posicionamiento astronómicos en la mar, tampoco acababan de ser plenamente dominados por los científicos del momento.

A pesar de su escasa preparación, los pilotos se aventuraron a un mar desconocido, descubriendo nuevas tierras, las posicionaron y dibujaron sus contornos.

Pilotos que incluso fueron capaces de crear nuevas reglas, diseñar instrumentos o de realizar nuevas cartas náuticas, suficientemente precisas, para las nuevas generaciones y para el bien del comercio marítimo y de toda la humanidad. Creemos que mas bien buena parte de la culpa se debe

---

40 Martín Behaim, discípulo de Regiomontano (1436 - 1476), junto a Josef Vizinho (fall. 1470) y otros perteneció a la junta de astrónomos y matemáticos, creada por Juan II de Portugal, que según Solís y Sellés (2015) “pusieron a punto instrumentos como la ballestilla y tablas astronómicas” (p. 334).

a que los pilotos no estaban lo suficientemente apoyados por la técnica y ciencia de la época, que no fue capaz de desarrollar con la debida rapidez los instrumentos necesarios, ni a proporcionar reglas simples que pudieran ser aplicadas fácilmente por los pilotos, de acuerdo a las necesidades de las nuevas técnicas de navegación. (Louzán, 2005, p.585)

Francisco de Ruesta, piloto mayor (1638-1673), gran defensor de la gente de mar, escribió en 1669 un discurso sobre “Cualidades de los Pilotos en la Carrera de Indias”, en la que señala la ciencia que debe poseer el piloto, en el que acaba añadiendo la descripción del buen piloto que hace Alfonso X el Sabio en las partidas, bajo el epígrafe de Naucheros, descrito así por Bernabeu (1986):

En cuanto a las ciencias adquiridas señala 31 ciencias que han de servir de realce a los Pilotos: Philosophia, Physiologia, Cosmotheoria, Uranologia, Geographia, Hydrographia, Corographia, Topographia, Metheteorologia, Atmosphaeralogia, Anemographia, Astrologia Rustica, Astrologia Judiciaria, Magnetologia, Mecometria, Limeneuretica, Hylocimefia, Arithmetica, Geometría, Statica, Hidrostatica, Spartostatica, Troclostatica, Cetrobatica, Sphenostatica, Coblestatica, Acrobarica, Aerostatica, Pirostatica, Polymechnostatica y Architectura [...]. (pp. 331-344)

Consideró que el piloto, además de los conocimientos técnicos necesarios para poderse situar en la mar, debía ser poseedor de unos conocimientos en las partes naturales y morales, complementado por unos sólidos conocimientos científicos. En definitiva, procurar que el piloto tuviese una formación humana y científico-técnica, lo más amplia posible. Extremo que se consiguió, paso a paso, a través los diferentes planes de estudio que han conocido estas enseñanzas.

Relacionado con las profesiones del mar Guirao (1989) realiza un interesante estudio, en el que intenta demostrar la inexistencia del profesional del mar durante el periodo de la dinastía de los Austrias, tomando como base las definiciones de profesional y oficio de las cuales extrae cinco características para definir lo que constituye una profesión, a saber:

1. Debe tratarse de una actividad de cuyo ejercicio se derive una gran responsabilidad social.
2. Debe ser independiente de la propiedad.
3. Su ejercicio tiene que descansar en un conjunto de conocimientos sistematizados, es: una disciplina, una ciencia.
4. Es precisa la existencia de un reglamento, bien sea una ley o cualquier otra forma emanada por el Estado, bien sea un código deontológico, de cuyo cumplimiento se ocupan los colegios profesionales, las cofradías, etc.
5. Requiere la existencia de una forma determinada de acceso al ejercicio, a través del aprendizaje de un conjunto de conocimientos, lo que implica un tratamiento pedagógico, y cuyo fin último es la consecución del título. (p. 102)

En base a ese estudio, Guirao (1989) sólo encuentra uno que las cumpla todas, el piloto, calificándolo como único profesional del mar entre todos los órganos<sup>41</sup> que formaban a lo largo de los siglos XVI y XVII las diferentes Armadas y Escuadras.

Los conocimientos de los pilotos tuvieron que adaptarse a las necesidades que la navegación marítima iba planteando. Cuando las naves se alejaban de la costa, se recurría a la observación de la altura de la Estrella Polar y la del Sol al mediodía, para obtener la latitud geográfica. Para ello, los pilotos tuvieron que saber construir y utilizar el astrolabio, el cuadrante y la ballestilla, así como usar las tablas de las declinaciones del Sol y hacer los cálculos necesarios siguiendo los regimientos del Sol y de la Polar. Se pasó de la navegación de fantasía (rumbo y distancia), a la de escuadría (latitud observada y rumbo), para desembocar en el siglo XVIII en la navegación científica, en la que en la formación del piloto se potenció el conocimiento de las matemáticas y la aplicación de los nuevos métodos del cálculo de la longitud por las distancias lunares y el cronómetro.

En el siguiente capítulo se atenderá a la evolución que experimentó la navegación marítima durante la Edad Moderna, que necesariamente condicionó la formación de los pilotos.

---

41 Siendo estos: "[...] de asistencia a la decisión - los altos mandos-, - de asistencia operativa-, -los mandos de agrupación-, -administrativos-, - veedor, contador, proveedor, etc.- jurisdiccionales-, -auditor, escribano, etc.-, -y de asistencia técnica y servicios-, capellán, cirujano, piloto, comitre, maestro, etc. (Guirao, 1989, p.103).



## CAPÍTULO 2.

# LA NAVEGACIÓN EN LA EDAD MODERNA





A efectos de este trabajo se ha seguido el mismo criterio que marcó Ibáñez (2000) en lo que respecta a la diferenciación de los términos náutica y navegación, reservando el de náutica para calificar escuelas, enseñanzas y formación que reciben los marinos, en el que intervienen disciplinas como navegación, maniobra, construcción naval, medios de propulsión del buque, etc. Mientras que el término de navegación se ha utilizado para lo que se refiere a los conocimientos, instrumentos y técnicas que permiten determinar la situación del buque por medio de coordenadas geográficas y poder trasladarse de un punto a otro con seguridad.

En los siglos XVI, XVII y en la mayor parte del XVIII, la navegación se siguió clasificando como “arte”, hasta el momento que, para realizar la determinación de la situación a bordo, se dejó atrás la aplicación de reglas matemáticas directas memorizadas, y en los métodos de cálculo se auxiliaron de tablas logarítmicas y especiales, instrumentos de reflexión y cronómetros (García Franco, 1947, vol. 2), momento en el cual la navegación adquirió la categoría de ciencia. Los tratadistas del siglo XX, como: Ricart i Giralt (1901), Fossi (1949), Urrutia (s.f), y Moreu y Martínez (1987) la siguen clasificando como una ciencia, mientras que Achutegui (1996) introdujo un nuevo término en la definición de navegación “técnica”:

La técnica de conducir un artefacto por tierra mar y aire o espacio a lo largo de una derrota previamente establecida, y limitándonos al ámbito de la navegación marítima, resulta evidente la importancia que, para el buen éxito de tal misión, ha de tener la exacta determinación de la situación del buque, tanto para evitar los peligros existentes en dicha derrota como para detectar y corregir desviaciones que durante la navegación, se produzcan con respecto a la misma. (p. 229)

En el siglo XXI, Ibáñez y Gaztelu-Iturri (2002) realizan una definición de navegación, acomodada a lo que en la actualidad constituye la enseñanza de navegación marítima en las universidades, haciéndolo de la siguiente forma:

en la esencia de la navegación marítima se encuentran, fundamentalmente, los conocimientos, los instrumentos y las técnicas que permiten determinar las coordenadas geográficas que definen la situación del buque en la mar y dirigir la navegación de forma segura y eficaz. (p.3)

La definición de navegación ha ido variando con el tiempo como consecuencia de los procedimientos, los instrumentos y los conocimientos aplicados para situar el buque en la mar y llevarlo de un lugar a otro de la Tierra con seguridad, pero siempre ha pivotado sobre cómo dirigir el buque de un punto a otro con seguridad, valiéndose de los adelantos del momento.

En este capítulo referimos cómo evolucionó la navegación en la Edad Moderna a través de los instrumentos y técnicas que permiten determinar la situación del buque. Para conseguir este propósito se ha estructurado en dos bloques, en el primero se trata del estado general de la navegación en el siglo XV, que sirve de elemento introductor para desarrollar en el segundo bloque la evolución de la navegación en la Edad Moderna, época en la que se perfeccionó la navegación astronómica y la ciencia fue capaz de determinar la longitud en la mar por distancias lunares (1755) y por cronómetros (1772), lo que nos ha permitido establecer que, de acuerdo con la ciencia, en 1731, coincidiendo con la invención del octante, se inició la transición a la navegación astronómica Científica.



## 2.1. ESTADO GENERAL DE LA NAVEGACIÓN EN EL SIGLO XV

En este apartado, tomando como punto de partida el siglo XIII, se trata la evolución que sufrió la navegación hasta llegar al siglo XV y su estado, para fijar los antecedentes de los acontecimientos posteriores y su desarrollo con respecto a los instrumentos utilizados como ayuda a la navegación.

### 2.1.1. El contexto

El siglo XIII, es considerado como el momento en que la civilización del occidente medieval alcanza su momento de equilibrio y máximo desarrollo (Claramunt et al., 1995). Políticamente, es una etapa que se puede calificar de estable, en la que los reinados de Fernando III (1217-1252) o Alfonso X en Castilla (1252-1284), Jaime I de Aragón (1213-1276), Luis IX de Francia (1226-1270) y Eduardo I en Inglaterra (1272-1307), son duraderos (Valdeón et al., 2018).

En la península ibérica del siglo XIII existían cinco reinos cristianos: Portugal, Castilla y León, Navarra, Aragón, y una España islámica o Al-Andalus al sur unificada por el imperio almohade. Hay que destacar que este siglo se inició con dos hechos de distinto signo y consecuencias similares: la victoria sobre los almohades en las Navas de Tolosa en 1212 y la derrota y muerte de Pedro II de Aragón en 1213 en Muret, que sirvieron para la disgregación del imperio norteafricano posibilitando el avance hacia el Sur de castellanos leoneses y portugueses; por otra parte obligaron a los catalanes y aragoneses a renunciar a su presencia en Occitania y a buscar la expansión por los dominios islámicos (Valdeón et al., 2018).

Los castellanos y leoneses y los portugueses extendieron sus fronteras hasta el estrecho de Gibraltar, facilitando la navegación cristiana entre el Mediterráneo y el Atlántico, fomentando el comercio entre las ciudades italianas y flamencas, acogiendo

las ciudades costeras portuguesas y castellanas a mercaderes que activaron la importación de productos de lujo y la exportación de materias primas. Mientras, los aragoneses y catalanes ocuparon el reino valenciano y se expandieron hasta las Baleares, interviniendo directamente en el comercio del Mediterráneo occidental compitiendo con las ciudades italianas.

También se buscó la expansión mediante nuevas rutas terrestres. Como las que abrieron en sus viajes como embajadores del Papa Clemente IV y Luis IX de Francia ante el Gran Mongol, Juan del Plan Carpino (1246-1247) hacia el Asia Central y Guillermo de Rübriek en (1253-1255) al Extremo Oriente (García Díez et al., 1990). Estos, entre otros, facilitaron la entrada de los mercaderes en el Asia Central, en la que se adentraron en 1250 los venecianos Nicolás y Mateo Polo, llegando a ser embajadores en Occidente del Gran Kan Kubilay. El hijo de Nicolás, Marco Polo, en 1298 describió su viaje a China, desde su punto de vista de mercader, relata que existe el papel moneda, se venden y se compran perlas preciosas, porcelanas, sedas de China, algodón, pieles, cueros, perfumes, pimienta blanca y negra, etc.

En la segunda mitad del siglo XIV, los viajes a través de las rutas terrestres orientales se hicieron difíciles debido a los enfrentamientos entre los jefes mongoles, la India en 1351 entró en una etapa de anarquía, en la que no se podía garantizar la paz de los viajeros. Lo que trajo consecuencias comerciales, que afectaron a los precios de la seda, especias, etc., por su escasez.

En el siglo XV, se materializó un aumento de la demanda de los artículos orientales en Europa, que el transporte terrestre ya no podía satisfacer, por dos motivos: su lentitud y limitación del volumen a transportar, que encarecía el precio del transporte, por una parte, y, por otra, la conquista de la ciudad de Bizancio, antigua capital del Imperio Romano de Oriente, por el imperio turco en 1453, hecho que dificultó el tráfico comercial entre Europa y el Oriente. Las dificultades descritas para llegar a la India, obligaron a

buscar una ruta alternativa a través del Atlántico, como ya intentaron en 1291 los hermanos genoveses Ugelino y Vadino Vivaldi.

Tedisio d'Oria, Ugolino Vivaldi and a brother of the latter, together with a few other citizens of Genoa, initiated an expedition which no one up to that time had ever attempted. They fitted out two galleys in splendid fashion. Having stocked them with provision, water and other necessities, they sent them on their way, in the month of May, toward the Strait of Ceuta in order that the galleys might sail through the ocean sea to India and return with useful merchandise. The two above-mentioned brothers went on the vessels in person, and also two Franciscan friars; all of which truly astonished those who witnessed them as well as those who heard of them. After the travelers passed a place called Gozora there was no further news of them. May God watch over them and bring them back safely. (Rogers, 1955, p.36)

A pesar del fracaso que resultó la expedición, los italianos volvieron a intentarlo, en el siglo XIV Lançarote Malocello llegó a Canarias y una expedición florentina y genovesa en 1341 desembarcó en Madeira y posiblemente en las Azores. El cartógrafo Angelino Dulcert (Mallorca, siglo XIV) por los mismos años (1339) incluyó en su portulano el río Níger y en 1346 el navegante Jaume Ferrer (Mallorca, siglo XIV) salió de Mallorca rumbo al río del oro, viaje del cual no regresó (Arranz, 2006). La posible causa del fracaso de las expediciones, pudo ser debido al uso de las embarcaciones típicas del Mediterráneo, que no eran las más adecuadas para las navegaciones por el Atlántico. En busca de esa ruta alternativa, castellanos y portugueses, en el siglo XV emprendieron la expansión hacia el Atlántico, los castellanos navegando hacia poniente, con el resultado del descubrimiento del Nuevo Mundo en 1492 y los portugueses explorando las costas de África. Estos periplos se pudieron realizar debido a la conjunción de una serie de elementos como fueron: la política expansiva principalmente por los pueblos ibéricos, la perseverancia de los navegantes y el desarrollo de la ciencia y de la técnica aplicada a la navegación y la construcción naval.

### 2.1.2. La Cosmografía

La técnica empleada en la navegación a la vista de la costa, no era suficiente para realizar la navegación de altura, teniendo que recurrir a la observación de los astros para fijar la posición del buque, con lo cual se hizo preciso conocer los rudimentos de la mecánica celeste. Estos conocimientos en el siglo XV, estaban contenidos en los libros de cosmografía, considerados por Melón (1977) libros de geografía, pertenecientes a la escuela de Ptolomeo, si lo esencial era proveer de datos y posiciones para la elaboración de mapas, o a la de Estrabón, si lo esencial era el estudio del mundo como teatro de la historia.

La imagen de la Tierra ha cambiado mucho a través de la historia. En la antigua mitología de Mesopotamia, la Tierra era considerada como un disco plano flotando en el océano y rodeada por un cielo esférico. Costó mucho tiempo para que se tomara conciencia del lugar que ocupaba la Tierra en el espacio, el contorno que tenía, sus dimensiones y sus movimientos. Pitágoras en el siglo VI a. de C., dudó que la Tierra fuese plana, ya que, si la Luna mostraba en todas sus fases un perfil curvo, esta debería ser redonda y al igual la Tierra. En el siglo IV a. de C., Aristóteles para demostrar la esfericidad de la Tierra planteó los siguientes argumentos:

- Las estrellas parecen cambiar su altura en el horizonte según la posición del observador en la Tierra.
- Durante los eclipses lunares, cuando la sombra de la Tierra se proyecta sobre la Luna, la línea del cono de sombra es curva.

Además, elaboró también un modelo propio del Universo que se fundamentaba en el sistema geocéntrico propuesto por Eudoxo de Cnido. En la visión que tenía Aristóteles del universo, figura 2.1, en el centro está el mundo sublunar, formado por los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego, dispuestos según su diversa gravedad. Luego estaba

la Luna y el mundo supralunar, formado por Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y estrellas, lo que constituye el denominado modelo cosmológico de esferas homocéntricas.



**Figura 2.1.** Visión del Universo según Aristóteles. Fuente: Apiano, 1575, fol.3.

En el siglo III a. de C., Ptolomeo I Sóter fundó la Biblioteca de Alejandría alrededor de la cual aparecieron los mayores progresos de la astronomía griega. Como el protagonista por Aristarco de Samos que utilizó sus observaciones con carácter científico sacando conclusiones por métodos matemáticos. Propuso la primera teoría heliocéntrica, situó al Sol en el centro del universo y la Tierra girando sobre su eje y alrededor del Sol, causando las estaciones. Un concepto que revolucionó la ciencia del momento, si la Tierra se movía también deberían hacerlo las estrellas fijas, salvo que estuvieran tan alejadas que, desde la Tierra su movimiento fuera inapreciable, la magnitud del universo descrito por Aristarco, no fue admitido por sus contemporáneos, tuvo que esperar a que fueran retomadas por Copérnico para ser admitidas (Medina, 2008).

Continuando en el siglo III a. de C., Eratóstenes, con la ayuda del gnomon<sup>42</sup>, calculó la longitud de la circunferencia terrestre<sup>43</sup> resultando una longitud de la circunferencia terrestre de 37.500 kilómetros “un comfortable 94 por 100 del valor actual” (Solís y Sellés, 2015, p. 170). Por otra parte, debido a la a la gran diferencia existente entre las medidas del tamaño de la Tierra calculada por los griegos, Rey Pastor (1970) sostiene que existe gran incertidumbre para juzgar las mediciones geodésicas realizadas por los griegos y da los siguientes resultados expresados en estadios, obtenidos como longitud de la circunferencia terrestre: “Eudoxio 400.000 estadios, Dicearco 300.000 estadios, Eratóstenes 252.000 estadios y Posidonio 180.000 estadios” (p. 68).

En el siglo II a. de C., “We come now to the prince of ancient astronomers - the great Hipparchus-” (Cotter, 1968, p. 13). También han resaltado la importancia de este astrónomo y matemático autores como Ibáñez (2000) y Solís y Sellés (2015) a quien a pesar de, combatir la teoría heliocéntrica, debemos: la elaboración de un catálogo de 850 estrellas, que dividió en 6 categorías, de la 1 a la 6 en función de su magnitud, además indicaba su declinación y la ascensión recta; la aplicación de la trigonometría y la geometría a la astronomía; la introducción de la división del círculo en 360°; la introducción de la corrección por paralaje a las alturas observadas; la fijación de los puntos de la Tierra mediante coordenadas; y la utilización de los eclipses de Luna para el cálculo de longitudes en tierra. “Entre la muerte de Hiparco –120 a. C- y el nacimiento de Tolomeo, a finales del I o principios del II del siglo de nuestra era, pasaron dos siglos en los que no hay nada notable en astronomía” (Medina, 2012, p. 30).

---

42 El gnomon fue el primer instrumento para medir la altura del Sol, consistía en una vara plantada en el suelo perpendicular al plano de horizonte. García Franco (1947) cree que, el conocimiento del gnomon llegó a Grecia desde Babilonia extendiéndose su uso por todo el Mediterráneo, “la célebre medición del grado del meridiano por Eratóstenes (320 años a.J.C.) está relaciona con él”. (vol. 1, p. 336). Cotter (1968) nos acerca a su utilidad para calcular la hora del día y el paso de las estaciones.

43 El cálculo se realizó teniendo en cuenta que: en el solsticio de verano, en Siena situado en el valle del Nilo, los rayos del Sol eran perpendiculares a mediodía pudiendo verlo reflejado en el fondo de un pozo. Sin embargo, el mismo día y a la misma hora, en Alejandría, que se consideraba que estaba en el mismo meridiano que Siena y distaba 5.000 estadios, los objetos proyectaban una sombra que equivalía a una inclinación de 7° 12'. Realizando una simple regla de tres, nos da 250.000 estadios, se desconoce el valor del estadio de Eratóstenes, pero se estima que era un valor próximo a 150 metros.

Después de este lapso, en el que no tenemos noticias de propuestas innovadoras en el campo de la astronomía, surgió la obra de Ptolomeo, *Gran Sintaxis* más conocida como *Almagesto* en donde se recoge todo el saber acumulado de los siglos anteriores. Obra, por otra parte, que estuvo vigente hasta la Edad Media.

El *Almagesto* consta de trece libros, en los dos primeros libros describe las características de la Astronomía diferenciada de la Teología, el estudio de los dioses y de la Física. Estudia la Astronomía desde una percepción matemática, parte de la esfericidad de los cielos en movimiento con centro en la Tierra, que considera redonda. Explica la trigonometría que utiliza en el resto de la obra referenciando al matemático Menelao de Alejandría. Del libro tercero al sexto se ocupa del estudio del Sol y la Luna fija sus movimientos, calcula sus diámetros, dimensiones y distancias a la que se encuentran, finaliza con el estudio de sus eclipses. Del libro noveno al decimotercero estudia la teoría del movimiento de todos los planetas mediante las excéntricas, epiciclos, deferentes y de las ecuantes (Ordóñez et al. 2015). Este modelo, considerado por Medina (2008) de una gran profundidad matemática pero que no tuvo en cuenta la física.

Durante los siglos XIII y XIV predominó la influencia de Aristóteles sobre las de Ptolomeo y los astrónomos árabes (Ordóñez et al., 2013). Siguiendo la influencia aristotélica en 1220 el matemático Juan de Sacrobosco (Jhon of Hollywood) escribió en París el *Tractatus Sphaerae*, materia estudiada en las Universidades de Oxford, Paris y Salamanca (Bonmatí, 1988). Dicha obra, con una extensión de unas 30 hojas, contiene los conceptos astronómicos básicos, que, como se verá en el capítulo 3, sirvieron como materia propedéutica, del plan de estudios de 1552 para la formación de los pilotos españoles. Conceptos hoy elementales, como que la Tierra es un planeta que gira alrededor del Sol y que la Luna es un satélite de la Tierra, que a su vez forman parte del sistema Solar, no comenzaron a surgir hasta que el espíritu renovador del Renacimiento, iniciado, en este caso, por Copérnico (1473 -1543) con su *Breve exposición de las hipótesis de Nicolás Copérnico acerca de los movimientos celestes* (escrito antes de 1514). En el que

después de un prólogo dedicado a la astronomía clásica, a través de siete postulados<sup>44</sup> introducía la hipótesis del movimiento terrestre y alguna de sus consecuencias, finalizaba tratando de forma sucinta el orden de las esferas, los movimientos de los planetas (incluía la Luna) y los movimientos del Sol (Elena, 1995).

### 2.1.3. La navegación a la vista de la costa

Al principio, la navegación se realizaba a la vista de la costa y entre puntos cercanos, El piloto para situarse se basaba en sus conocimientos del medio por donde transitaba, mediante el reconocimiento de los puntos conspicuos de la costa que constituían sus referencias o marcas, los puertos, las ensenadas, el color de las aguas, los vientos reinantes, el vuelo de las aves, el movimiento del Sol, la posición de la Estrella del Norte utilizada como medio para poderse orientar en la mar y el empleo de la sonda para conocer la profundidad de la mar y la calidad del fondo. Este tipo de navegación estaba basada en conocimientos empíricos, que en opinión de Chaunu (1977), “llegó a un grado de eficacia y de precisión que apenas podemos imaginar” (p. 218). Las técnicas empleadas para obtener

---

44 Primer postulado: No existe un centro único de todos los círculos o esferas celestes.

Segundo postulado: El centro de la Tierra no es el centro del mundo, sino tan sólo el centro de gravedad y el centro de la esfera lunar.

Tercer postulado: Todas las esferas giran en torno al Sol, que se encuentra en medio de todas ellas, razón por la cual el centro del mundo está situado en las proximidades del Sol.

Cuarto postulado: La razón entre la distancia del Sol a la Tierra y la distancia a la que está situada la esfera de las estrellas fijas es mucho menor que la razón entre el radio de la Tierra y la distancia que separa a nuestro planeta del Sol, hasta el punto de que esta última resulta imperceptible en comparación con la altura del firmamento.

Quinto postulado: Cualquier movimiento que parezca acontecer en la esfera de las estrellas fijas no se debe en realidad a ningún movimiento de ésta, sino más bien al movimiento de la Tierra. Así pues, la Tierra –junto a los elementos circundantes- lleva a cabo diariamente una revolución completa alrededor de sus polos fijos, mientras que la esfera de las estrellas y último cielo permanece inmóvil.

Sexto postulado: Los movimientos de que aparentemente está dotado el Sol no se deben en realidad a él, sino al movimiento de la Tierra y de nuestra propia esfera, con la cual giramos entorno al Sol exactamente igual que los demás planetas. La Tierra tiene, pues más de un movimiento.

Séptimo postulado: Los movimientos aparentemente retrógados y directos de los planetas no se deben en realidad a su propio movimiento, sino al de la Tierra. Por consiguiente, éste por si sólo basta para explicar muchas de las aparentes irregularidades que en el cielo se observan. (Elena, 1995, pp. 7-8).



la situación en la mar se reducían, al cálculo del punto de fantasía, al reconocimiento de la costa y a modo de orientación el conocimiento de determinados astros. Los instrumentos utilizados eran la aguja náutica, la carta de marear, la sonda, el compás (medidor de distancias) y el reloj de arena.

### 2.1.3.1. La aguja náutica

Gelcich (1889) supone que la brújula se inventó en China, pasando de Arabia a Siria e introducida en Europa por los cruzados, suposición no compartida por García Franco (1947) argumentando, “que no existiendo datos ciertos sobre las fechas y lugares en que se inició la utilización de la aguja náutica, tampoco podemos precisar si la invención pasó de la China a la Arabia y Siria y después a Europa [...]” (vol. 1, p.25). Su utilización en la navegación se puede situar sobre el siglo XIII por lo expresado por Alfonso X y por Raimundo Lulio, tal como lo hemos expuesto más arriba. Ortega (2015) data la utilización de la aguja en la navegación como mínimo desde 1239, basado en lo reflejado en el listado del contenido de la caja que lega Gerard Candell a Berenguer Company y entre lo que constaba “unan caramidam”, posiblemente como la de la figura 2.2.

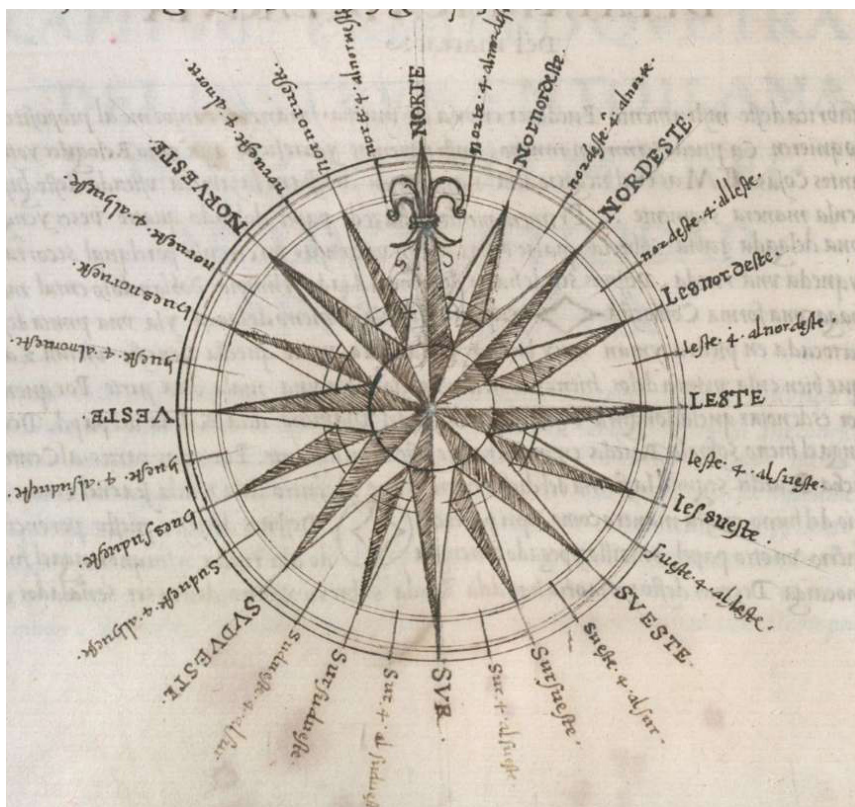


**Figura 2.2.** Calamita. Fuente: Sarnago, Elena (s.f).

En cuanto a la brújula se tiene conocimiento documentado que en Mallorca se utilizaba ya en 1343.

El menorquín Martí Llobet concierta -25 y 26 de septiembre de 1343- con Bernat Samorera y Bernat Rubí, procuradores regios, el flete de su barca de treinta y dos remos para, desplazados a Menorca, ponerla a disposición de Gilbert de Corbera. A más de arreos navales, los oficiales le proveen de ... unan cartam navegandi et unam buxolam navigandi. (Ortega, 2015, p.126)

Los primeros modelos de brújulas, según nos cuenta García Franco (1947) consistían en una delgada barra de hierro imanada introducida en un pequeño tubo de paja, que al flotar en el interior de una vasija de agua se orientaba Norte-Sur, ya en el siglo XV pasaron a tener forma de aguja imantada que iba pegada en un soporte de cartón graduado en rumbos (véase figura 2.3), a su vez apoyado en equilibrio sobre un pivote central vertical (Brossard de, 1976).



**Figura 2.3.** La Rosa de los vientos. Fuente: Chaves, 1537, fol. s. n.

Por la dirección que marcaba la aguja magnética se guiaban los pilotos para ir de un punto a otro, desconociendo la ciencia del momento la existencia de la llamada variación local o declinación magnética, por la cual en cada punto de la tierra el meridiano magnético –al que apunta el norte de la aguja magnética- difiere un cierto ángulo del meridiano verdadero o geográfico. El descubrimiento de esta perturbación de la aguja Rey Pastor (1970) lo atribuye a Colón.

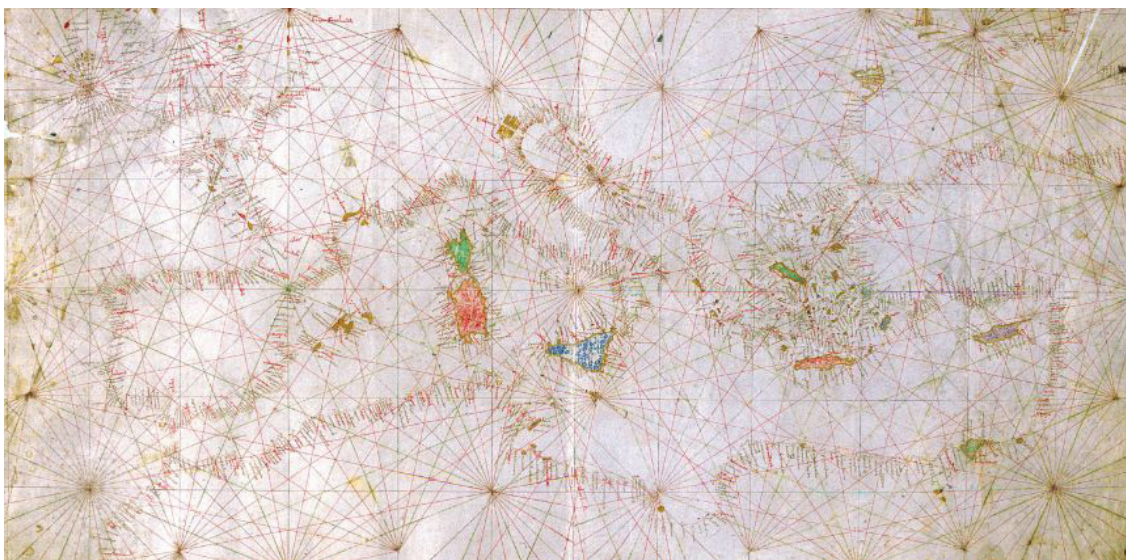
Cristóbal Colón no tiene solamente el mérito incontestable de haber sido el primero en descubrir una línea magnética sin declinación, sino también el de haber propagado en Europa el estudio del magnetismo terrestre, por sus consideraciones sobre el crecimiento progresivo de la declinación hacia el Oeste, a medida que se separaba de aquella línea...

Lo que se debe a Colón no es solamente el haber observado el primero la existencia de esta declinación, que ya está indicada, por ejemplo, en el mapa de Andrea Bianco, levantado en 1436; es haber notado el 13 de septiembre de 1492 que a 2° y ½ hacia el este de la isla Corvo, la declinación magnética cambia y pasa de Nordeste a Noroeste. (p. 138)

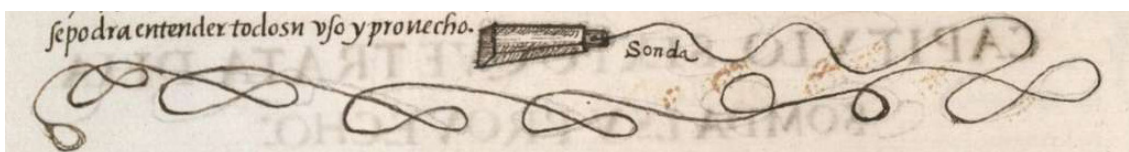
A pesar de ser conocido y comprobado este fenómeno, como veremos más adelante, no fue estudiado y tenido en cuenta en los textos hasta que lo hizo Cortés (1551), incluso fue negado por el maestro Medina (1545).

### 2.1.3.2. Las cartas de marear

Las cartas de marear, como se ve en la figura 2.4, eran los mapas en donde se dibujaban zonas de extensión variable de mares y costas, en que se representaban los puntos de la costa más destacados, puertos, ciudades, golfos, cabos, etc., según se ven desde la mar por medio de la aguja magnética, pero no identificaban posibles peligros, ni veriles de sonda (Cerezo, 1994), por lo que, en las navegaciones próximas a la costa se hacía imprescindible el uso de la sonda (véase figura 2.5) para determinar el fondo y su calidad.



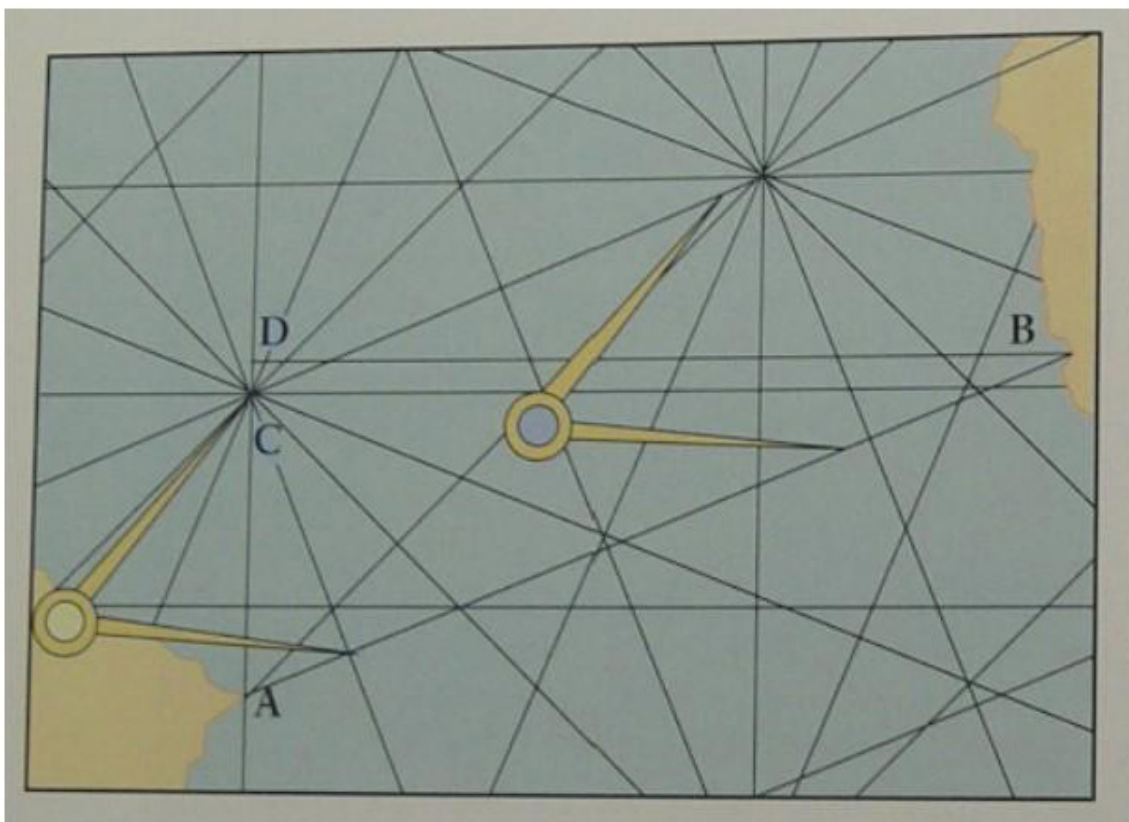
**Figura 2.4.** Carta portulana medieval (siglo XV). Fuente: Archivo de la Corona de Aragón



**Figura 2.5.** La Sonda. Fuente: Chaves, 1537, fol. s/n.

Según indica Humboldt (1833, vol. 1) los mallorquines usaban las cartas de marear desde antes de 1286. Durante esa época coexistieron los mapas de contenidos empíricos con la cartografía esquemática, que es cuando según Ortega (2015), los rígidos mapamundis dieron paso a cartas de zonas concretas levantadas con datos de observaciones realizadas por los propios mareantes. Los libros portulanos contenían las distancias y rumbos a seguir entre diferentes puertos, los lugares en donde se podía recalar, hacer aguada, etc. Toda esa información pasó a la carta llamada portulana, también denominada carta arrumbada y carta de compás, en las que el contorno de la costa estaba dibujado con cierta exactitud, los nombres de los puntos más significativos se representaban de forma transversal, usando tinta roja para los más destacados y cruzados por una serie

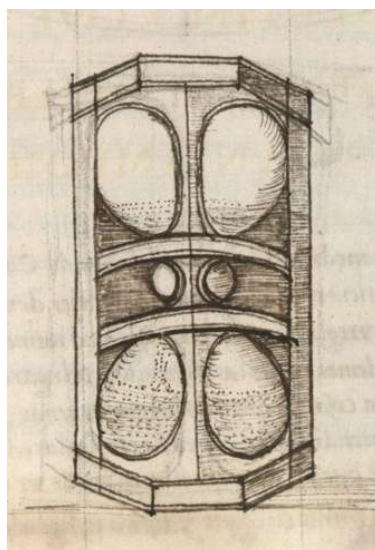
de rectas que se correspondían con los rumbos o vientos, lo que permitía determinar el rumbo entre dos puntos y la derrota a seguir (véase figura 2.6.), para su construcción se usaba la brújula y la distancia entre puntos, carecían de coordenadas geográficas, eran mapas con escala gráfica, llamada de tronco de leguas, que disponían de módulos de distancias para medidas itinerarias. Por sus características, constituía el instrumento en donde los marinos fijaban la posición en que se encontraba la nave y permitía calcular el rumbo y distancia para navegar de un punto a otro. A pesar de ser evidente que las cartas portulanas se usaban en los barcos como ayuda a la navegación, Martín Merás (1993) asegura que en los ejemplares que ha podido visualizar, no ha encontrado rastro de ese uso.



**Figura 2.6.** Cálculo del rumbo en la carta. Fuente: Museo Naval de Madrid. Estudios sobre instrumentos de Navegación.

### 2.1.3.3. El punto de fantasía

Aunque las cartas carecían de coordenadas geográficas, permitía situarse por estima. El rumbo se obtenía de la aguja, lo que determinaba el rumbo magnético, la distancia navegada que para su cálculo intervenían las variables: velocidad del buque y tiempo navegado, la velocidad se calculaba mediante métodos empíricos entre los que intervenían la experiencia del piloto, el conocimiento del buque y su estado, los vientos y corrientes imperantes, así como cualquier otra variable que pudiera influir en la marcha del buque, mientras que para la determinación del tiempo navegado se disponía de la ampolleta o reloj de arena representado en figura 2. 7.



**Figura 2.7.** Ampolleta. Fuente: Chaves, 1537, fol. s.n.

Con estos métodos tan imperfectos, se obtenía el punto de fantasía, que se representaba en la carta portulana y se daba rumbo al puerto de destino. De acuerdo con Cerezo (1994) la falta de la escala de latitudes en la carta portulana, no posibilitaba determinar la situación de la nave mediante el punto de escuadría que se obtenía con la latitud observada y el rumbo.

Las necesidades de la navegación muchas veces obligaban a separarse del rumbo de destino, este cambio o cambios de rumbo implicaba problemas en el cálculo de la

distancia navegada y en retorno al rumbo deseado. Las tablas de Martelocio (véase tabla 2.1). permitían realizar la navegación por estima navegando a varios rumbos y volver al rumbo de destino. Sin embargo, García Franco (1947, vol. 2) con respecto a las tablas de Martelocio opina que no podían ser de mucha utilidad al ser pocos los pilotos que sabían escribir y leer y menos multiplicar y dividir. Esta tabla se encontró en el atlas de Andrea Bianco (1436) y en un códice de Piero de Versi (1444). La explicación que da Raimundo Lulio en el capítulo CXI del *Ars Magna* sobre el cálculo de los avances y avances de retorno con respecto al rumbo a seguir, es considerado por García Franco (1947), como “un antecedente del martelocio aunque no tan completo como éste” (vol. 2 p. 99). Planeamiento al que llega después de realizar un simple cálculo de trigonometría plana, para determinar el avance que tenía que haber recorrido, si hubiese mantenido el rumbo.

**Tabla 2.1.** Tabla de Martelocio. Fuente: García Franco (1947, vol. 2 p. 95).

<b>R</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>R</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\delta</math></b>
1 Cuarta	20	98	1 Cuarta	51	50
2 Cuartas	38	92	2 Cuartas	26	24
3 Cuartas	56	83	3 Cuartas	18	15
4 Cuartas	71	71	4 Cuartas	14	10
5 Cuartas	83	56	4 Cuartas	12	6,7
6 Cuartas	92	38	6 Cuartas	11	4
7 Cuartas	98	20	7 Cuartas	10,2	2
8 Cuartas	100	0	8 Cuartas	10	0

## 2.2. EVOLUCIÓN DE LA NAVEGACIÓN EN LA EDAD MODERNA (SIGLOS XVI - XVIII)

Después del descubrimiento de América, los viajes por mar trajeron significativos cambios, que repercutieron en todos los elementos que lo componían; pilotos, buques, instrumentos náuticos, etc.

Los conocimientos de la costa por donde se navega y la navegación de estima (rumbo y distancia), no eran suficientes para realizar la travesía, llegar al punto de destino y poder hacer el tornaviaje. La navegación alejada de la costa requirió que los pilotos adquirieran unos conocimientos científicos, para poder determinar la posición del buque y situarlo en la carta “echar el punto”. El descubrimiento de América, planteaba el gran reto de la navegación oceánica. La navegación empírica, como se había hecho hasta entonces, de estima o a la vista de la costa, ya no eran suficientes. La regularidad de las rutas, la seguridad de las tripulaciones, de los medios y de las mercancías transportadas, requerían una navegación más precisa, basada en aplicaciones matemáticas para poder determinar la posición del buque, y la de las tierras descubiertas. En los que se recurrió a la observación del Sol (meridiana) y la Polar, para obtener por cualquiera de estos dos astros, su altura y poder calcular la latitud geográfica, mediante la utilización del astrolabio, el cuadrante y la ballestilla. Pasando de la navegación de fantasía (rumbo y distancia), al denominado punto de escuadría (latitud observada y rumbo).

Para tratar de resolver los retos que planteaba la navegación de altura, la Corona española tomó medidas a través de la Casa de Contratación de Sevilla<sup>45</sup>, considerada por López Piñero (1979), uno de los centros europeos más importantes, en lo que se refiere a la ciencia aplicada del siglo XVI, junto con el Consejo de Indias y la Academia de Matemáticas de Madrid. En el seno de la Casa de Contratación se creó el cargo de piloto mayor en 1508, lo que significó un impulso importante para el desarrollo de la navegación, la enseñanza de los pilotos, la construcción de cartas marinas e instrumentos náuticos. Durante el siglo XVI, la Casa de Contratación se convirtió en un centro investigador y de enseñanza náutica, donde bajo la dirección del piloto mayor, colaboraron en la tareas técnicas el cosmógrafo mayor como responsable

---

45 Para ver la importancia científica de esta institución consultar: Puente Olea, M. (1900).



de la fabricación de los instrumentos náuticos y las cartas de marear, bajo la dirección del cual trabajaban los cosmógrafos y el catedrático de Navegación y Cosmografía para leer el arte de navegar, fue el lugar donde se formaron y examinaron los pilotos de la Carrera de Indias desde 1508 hasta 1681, en el capítulo 3 desarrollaremos la formación que recibieron los pilotos durante la Edad Moderna. En base a lo expuesto anteriormente, Pulido Rubio (1950), afirma que:

El siglo XVI es la edad de oro en el desarrollo de la historia del cargo de Piloto Mayor. Esto hemos afirmado más arriba y se comprueba con un estudio un poco razonado de la obra realizada por los hombres que por él desfilaron en el mencionado siglo. Tuvieron que luchar con todas las desventajas de los que principian, y poco a poco las fueron salvando; de su época y a los trabajos por ellos dirigidos o censurados, datan las primeras cartas de marear, los instrumentos para la navegación, la obra colosal del Padrón General, una de las glorias de la Casa de la Contratación, y los primeros derroteros para la navegación. (p.15)

Conocido el cálculo de la latitud, el de la longitud “altura lesteoeste” en la mar, tendría que esperar un par de siglos más, pero no surgió por generación espontánea, si no como un proceso investigador realizado en varios campos, fomentado a través del tiempo, desde países como España, Inglaterra, Portugal y Francia, llegándose a ofrecer importantes recompensas para quien resolviese el procedimiento por el cual se pudiese calcular la longitud geográfica, ya que se ha convertido en un verdadero problema para cartógrafos, matemáticos y navegantes, afectando a la seguridad de la navegación, tanto es así, que con respecto al cálculo de la longitud muchos lo consideraron como “límite puesto por Dios a la inteligencia humana”<sup>46</sup>, así lo indica Zaragoza (1675) “Este es el punto celebre que Dios puso por termino del ingenio humano para su humillación, como las arenas del mar” (p. 249). Esta preocupación permanecería hasta la primera

---

46 Véase: Salvá y Sainz de Baranda (1852, vol. XXI, pp. 221-222). Rey Pastor (1970, p.82).

mitad del siglo XVIII, y los tratadistas así lo seguían reflejando, Cedillo (1745) expresa la dificultad del cálculo de la longitud en los siguientes términos:

Muchos años ha que se trabaja fin fruto en hallar la Longitud primaria en la Navegacion. El nudo Gordiano que no se pudo disolver, lo pudo cortar la espada, y valor de Alexandro; pero este problema después de tantos años permanece entero, de nadie resuelto. (p.102)

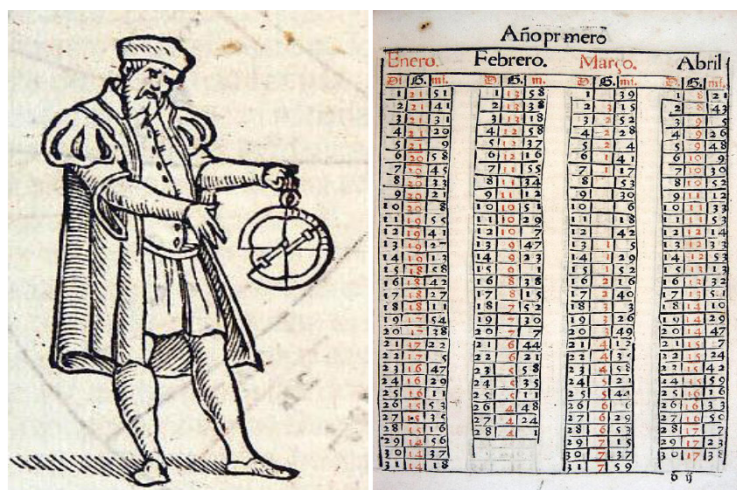
En el epígrafe correspondiente a la navegación astronómica, nos ocupamos de la evolución que sufrió la denominada navegación oceánica a lo largo de esta época.

### **2.2.1. Navegación astronómica**

En una primera fase de la navegación astronómica en el Atlántico, la utilización de la latitud observada y la carta náutica para situar el punto no fue simultánea, si no que según señala Taylor, lo que se utilizó fue la diferencia de altura de los astros para determinar el camino recorrido Norte – Sur, y las latitudes de puntos conocidos de la costa se utilizaron como referencias locales (Laguarda Trias, 1959). Se llegaron a construir tablas con la altura meridiana del Sol para determinados puntos, por ejemplo, Lisboa, de esta forma, al calcular la altura meridiana del Sol en la mar, por diferencia entre alturas, se podía calcular la distancia Norte – Sur a la que se encontraban los puntos. “Estos procedimientos permitían corregir en el sentido Norte – Sur la estima del camino recorrido y marcar sobre la carta portulana, sin necesidad de que ésta tuviera la graduación de latitudes, la posición correcta del barco.” (Laguarda Trias, 1959, p. 9)

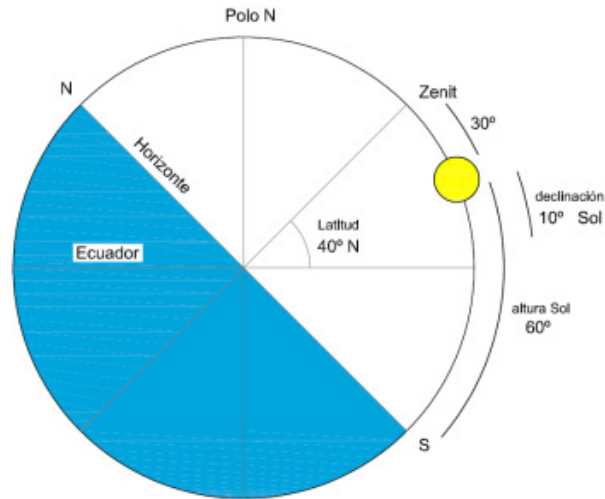
Para la realización de los viajes oceánicos, el procedimiento para calcular la distancia Norte-Sur, no fue suficiente, lo que hizo imprescindible que los pilotos se familiarizaran con la utilización de los astros y los instrumentos de tomar alturas como medio para obtener las coordenadas geográficas en donde se encontraba el buque. La ciencia del momento sólo permitía calcular la latitud por altura de la Estrella Polar y

por altura meridiana del Sol. Procedimientos que recogieron los textos utilizados para la formación de los pilotos como se ilustra en la figura 2. 8, para el caso de la latitud por altura meridiana del Sol, en donde se ve un observador tomando su altura y las tablas de declinación.



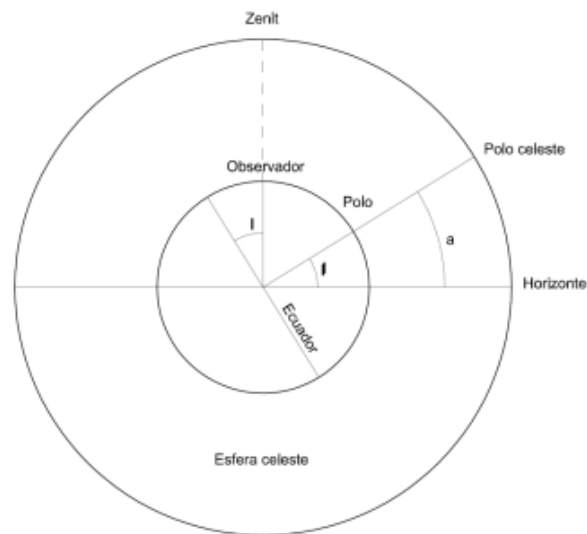
**Figura 2.8.** Toma de altura del Sol y Tablas de declinación del Sol. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.

Para la determinación de la latitud por altura meridiana del Sol, era necesario tomar la altura de Sol sobre el horizonte, que normalmente se hacía con el astrolabio y el conocimiento de la declinación, que se obtenía de las tablas. En la esfera celeste de la figura 2. 9, se representa la posición del Sol a mediodía, es decir a su paso por el meridiano superior de lugar. La posición del observador en la superficie terrestre se corresponde en ésta con la de su zenit. Medida la altura del Sol con el astrolabio ( $60^\circ$ ) y tomada de una tabla su declinación ( $10^\circ$ ), las únicas operaciones requeridas eran:  $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$  y  $30^\circ + 10^\circ = 40^\circ$ .



**Figura 2.9.** Explicación gráfica del procedimiento para el cálculo de la latitud observada en el instante de la meridiana. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la latitud por la Polar, el procedimiento era tomar la altura del astro mediante la ballestilla o el cuadrante, basado en que es una estrella próxima al polo y aplicando una pequeña corrección, se obtiene la latitud del observador. Esta corrección es función de la posición concreta que ocupa la Polar en su movimiento diurno aparente alrededor del polo celeste. Para saber el valor de la corrección que se tenía que aplicar a la altura observada de la Polar, se guiaban por la posición de las estrellas de la Osa Menor Kochab y Pherkad, las “guardas” del polo. En la figura 2.10, se representan las esferas terrestre y celeste. Se observa cómo la altura del polo sobre el horizonte (a) coincide con la latitud del observador (l).



**Figura 2.10.** Explicación gráfica de la relación entre la latitud geográfica y la altura del polo celeste sobre el horizonte. Fuente: Ibáñez, 2000, p. 52.

La exactitud de la altura observada del astro sobre el horizonte depende de dos variables, la precisión del instrumento y la pericia del observador. Además, ahora sabemos que para obtener la altura verdadera era necesario aplicar una serie de correcciones que en la época no se tenían en cuenta, tanto es así que estas correcciones no se normalizaron en la enseñanza en España hasta que Cedillo (1745) las introdujo en su texto, aunque anteriormente García Sevillano (1736) ya las incluyó en el *Nuevo Regimiento de la Navegación*. En el caso del Sol, para obtener la altura verdadera es necesario aplicarle una serie de correcciones. Considerando la altura instrumental como altura observada, se aplican las siguientes correcciones: paralaje, refracción astronómica, depresión del horizonte y semidiámetro. En el caso de estrellas y planetas sólo hay que corregir la altura observada por refracción y depresión (únicamente para Venus y Marte puede ser apreciable la paralaje). La no aplicación de las correcciones a las alturas observadas junto a la inexactitud de las tablas de declinación del Sol, causaron múltiples errores en el cálculo de la latitud observada por meridiana del Sol.

En este sentido, un estudio realizado por Louzán (2005) nos aproxima a la exactitud de las observaciones realizadas con algunos de los primeros instrumentos de observación que se emplearon en la mar y que fueron antecesores de los modernos sextantes, tales como: el astrolabio, el cuadrante o la ballestilla. Las observaciones se realizaron durante los meses de junio de 2004 y los meses de junio y julio de 2005, bajo diferentes condiciones de mar, viento y visibilidad, a bordo del velero “*Marineda*” de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas de A Coruña, utilizado para las prácticas de maniobra con los alumnos de navegación. Los instrumentos utilizados fueron: cuadrante náutico, astrolabio náutico, ballestilla y un sextante<sup>47</sup>.

Los errores detectados por Louzán se resumen de la siguiente forma: con el astrolabio los errores no excedieron de 30 minutos de arco, pero con tiempo moderado puede tener un error de uno o dos grados, siendo aún mayor el error con balances fuertes. La ballestilla resultó ser eficaz para realizar observaciones de estrellas con una altura inferior a 35°, en condiciones de mar en calma y pocos balances el error medio en altura osciló en los 20´ de arco, pero a medida que aumenta la altura aumenta el error, llegando a considerar que a partir de los 45° ya no es el instrumento apropiado. En las observaciones realizadas con el

---

47 Por su importancia detallamos las características de los instrumentos utilizados para determinar la exactitud de las observaciones:

Un cuadrante náutico de madera de 248 mm de radio con dos pínulas perforadas sobre uno de los radios limitadores y separados entre sí 218 mm. El limbo del cuadrante, trazado con un radio de 228 mm, va graduado de 0° a 90° con subdivisiones cada medio grado, pudiendo apreciar a ojo lecturas con una aproximación de un cuarto de grado.

Un astrolabio náutico de 215 mm de diámetro, graduado 90-0-90 con subdivisiones cada grado con el que se pueden apreciar lecturas con una aproximación de medio grado. Se trata de una reproducción del astrolabio náutico Dundee adquirida en Portugal.

Una ballestilla con un virote de 660 mm de longitud y 18 mm de lado con cuatro sonajas de 450, 300, 150 y 75 mm de longitud. El martinete dispone de una pínula horizontal de 98 mm de ancho, de manera que los cuernecillos sobresalen unos 30 mm por ambos lados del martinete. Para las observaciones de espaldas al Sol se han utilizado dos miras de latón (Dutch shoe) colocados en ambos extremos de la sonaja mayor utilizada y para las observaciones de frente al Sol se protegió la vista mediante unos vidrios de color de un círculo de reflexión, colocados en un soporte de latón preparado para ese fin.

Un sextante de tambor marca Tamaya, No. 3540, de 6 pulgadas de radio del año 1951. Antes de las observaciones, el sextante fue examinado convenientemente rectificando quedando con un error de índice de 2,2´+ determinado por el Sol. (Louzán, 2005, p.617)

cuadrante se detectó un error medio de unos 15 minutos de arco, aumentando el error para estrellas de segunda magnitud, como la Estrella Polar, no considerándolo un instrumento útil para obtener una buena situación en condiciones de mala mar.

Este interesante estudio realizado por Louzán (2005), nos aproxima al grado de exactitud que tenían las alturas observadas con cada uno de los instrumentos de tomar alturas mencionados, y al error que trasladaban a la latitud observada. A la vez que sirve para contrastarlo con los datos de precisión de los cuadrantes que da Barbosa para los siglos XVI y XVII, cifrando estos en 10' y 5' respectivamente (Laguada Trias, 1959).

El conocimiento de la latitud era fundamental para fijar en la carta el punto de escuadría. Pedro Medina en el *Arte de Navegar* (1545) en el capítulo xii titulado como se ha de echar punto en la carta para saber el lugar en la que la nao está, describe como situar el punto mediante el rumbo que ha llevado la nao y la altura calculada. En el *Regimiento de Navegación* (1552), para denominar este método de situación, aparece el término “por escuadría”, cuando en la regla tercera del notable primero explica: “como se ha de echar punto en la carta (por escuadría que es conforme con el altura que se toma)” (p. s.n). Y que consiste en calcular la posición del buque en las cartas planas, mediante la intersección del paralelo correspondiente a la latitud calculada y el rumbo que lleva el buque.

Durante el siglo XVII se desarrolló la “Revolución científica”, término acuñado por Alexandre Koyré en 1939<sup>48</sup> para explicar la época en la que los conocimientos existentes en el campo de la Astronomía, la Física, la Química, la Biología, la Medicina, llegando en mayor o menor medida a todas las áreas de la ciencia, fueron cuestionados y reemplazados por otros, como el concepto de que la Tierra era el centro del Universo o las ideas aristotélicas sobre el movimiento de los cuerpos celestes (uniformidad, circularidad de

---

48 Véase: Koyré (1990).

traslación). Destacaron en el inicio de la “Revolución científica”, hombres como: Nicolás Copérnico con la teoría heliocéntrica del sistema solar, Johannes Kepler (1571-1630) con sus leyes sobre el movimiento de los planetas en su órbita alrededor del Sol, Galileo Galilei (1564-1642) con la formulación de la primera ley de movimiento para la observación astronómica y Isaac Newton (1642-1727) con la ley de la gravitación universal y las que explican la realidad modificando la comprensión de las matemáticas y la física.

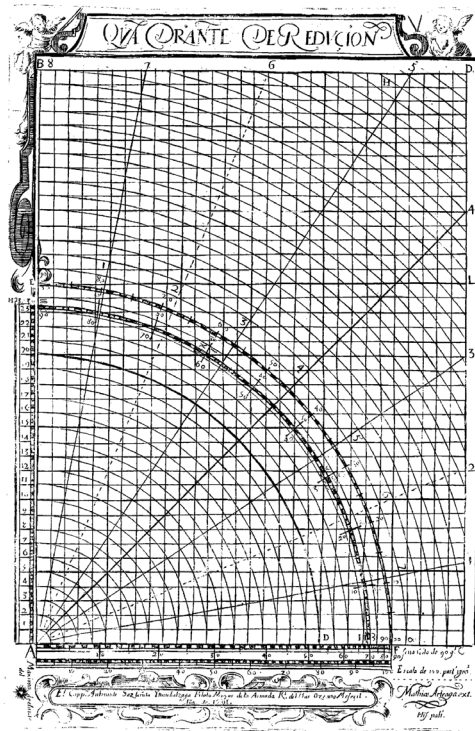
La trigonometría, se convirtió en una materia fundamental en la navegación y en la astronomía de posición, su historia se remonta a las matemáticas de Babilonia y Egipto, siendo los egipcios quienes establecieron las medidas de los ángulos en grados minutos y segundos. Hiparco de Nicea (a. C. 190-120 a. C.) compiló una tabla trigonométrica para resolver triángulos. Claudio Ptolomeo (100-170) en su *Almagesto* incluyó una tabla de cuerdas con un error menor que  $1/3.600$  de unidad. Además, enunció el llamado “teorema de Menelao”, utilizado para resolver triángulos esféricos. Aproximadamente sobre el siglo XII es cuando la trigonometría se introduce en occidente a través de traducciones de libros de astronomía arábigos. El primer trabajo importante en Europa sobre trigonometría fue el titulado de *De Triangulus*, realizado por el matemático y astrónomo alemán Johann Müller (1436-1476), más conocido como Regiomontano. En la obra *Canon mathematicus* (1570), el matemático francés François Viète dio a la trigonometría su forma actual. Pero fue a principios del siglo XVII cuando se facilitaron los cálculos trigonométricos gracias a la invención de los logaritmos en 1614 por el matemático escocés John Napier (1550-1617), tanto es así, que Vazquez Queipo (1967) en el prólogo de tablas de logaritmos vulgares, refiere que: “Entre las admirables invenciones del género humano, pocas acaso han influido más que la de los logaritmos en los rápidos progresos, que en estos últimos siglos han hecho las ciencias exactas, y en especial la astronomía y la navegación “(s.n). Con la invención de los logaritmos y la construcción de tablas logarítmicas de senos y tangentes “La maravillosa mecánica logarítmica aparece, pues, en todo su esplendor, y es lógico que haga también su presentación en



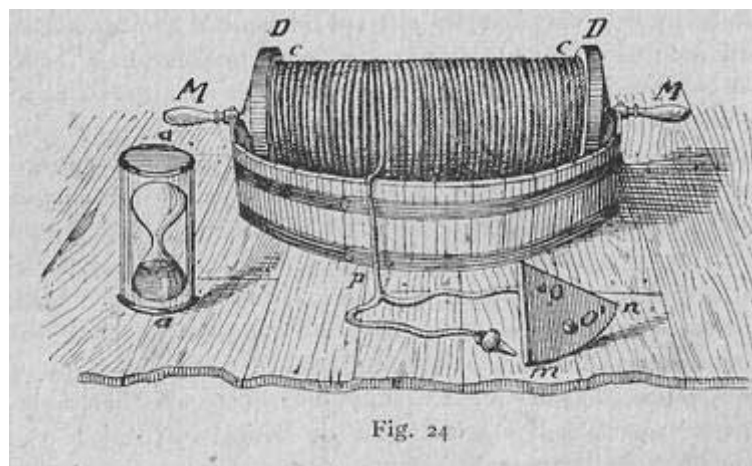
la Náutica, como desde el primer instante se adueñó de la Astronomía” (García Franco, 1947, vol.1, p. 188). En España los logaritmos aparecieron por primera vez en 1646 en el manuscrito *Arithmetica* de *Hugo Sempil (1589-1654)* al que años después le seguirían José Zaragoza (1627-167) con sus obras *Arithmetica universal* (1669) y *Trigonometría española* (1672) y Juan Caramuel (1606-1682) con su *Architectura civil recta y oblicua* (1678) (Navarro Loidi, 2008). En la navegación los logaritmos tuvieron su aplicación como afirma García Franco (1947, vol. 2) debido a Edmund Gunter (1581-1626), mediante una regla ideada en 1620 que se denominó la Gunter, en la que aparecían escalas de logaritmos de los números y de los senos y tangentes de los arcos, fue utilizada por los ingleses, mientras que franceses y españoles se decantaron por el del cuadrante de reducción<sup>49</sup> (véase figura 2.11). La invención de este instrumento se debe a Blondel Saint Aubin, que en 1676 publicó el *Tresor de la navigation* en el cual trataba la forma de navegar por el quartier o cuadrante de reducción (LLombart e Iglesias, 1998). Gaztañeta a través de su obra el *Norte de la Navegación* (1692), es considerado el introductor en España del cuadrante de reducción y de la corredera (véase figura 2. 12), instrumento destinado a medir la velocidad del buque, que fue descrita en *A Regiment for the sea* por William Bourne en 1574. Por esta adopción de adelantos técnicos que procedían del exterior, Fernández de Navarrete (1846) consideró que dependíamos del extranjero de la producción de su industria y del entendimiento e ilustración.

---

49 Entre los muchos instrumentos, que fe han inventado para el vso de las ciencias Matematicas, el mas admirable, y vniversal entre ellos, es el Quadrante de Reduccion, por muchas razones llamado: Quadrante Dorado, por lo general en sus operaciones, y facil en su resolucion, que fin mucha necesidad de la Arithmetica fe refuelven por el, aun las queftiones mas dificultofas de la Aftronomia, y Geometria, fin mas inteligencia, que el conocimiento de los terminos convenientes para resolucion de las propoficiones. (Gaztañeta, 1692, fol. 1). Mediante el cuadrante de reducción se resolvían los problemas de la navegación de estima y possibilitaba reducir las leguas navegadas por un paralelo a a grados y minutos de longitud.



**Figura 2.11.** Cuadrante de Reducción. Fuente: Gaztañeta, 1692, fol. 2.



**Figura 2.12.** Corredera de barquilla. Fuente: La piedra de Sisifo.

Durante esta centuria, la navegación, prácticamente siguió igual que en el XVI, en las que “el piloto dispone de altura, carta y aguja” (Guillén Tato, 1935, p. 38). Los progresos realizados en el campo de las matemáticas, la astronomía y la física repercutieron

poco en el avance de la navegación práctica. El punto en la carta se seguía calculando por escuadría, con la correspondiente corrección si no coincidían el de fantasía y el de escuadría. Cabe destacar que según cita García Franco (1947, vol. 1, pp. 184-186) durante la primera mitad del siglo XVII, se obtenía la latitud por:

- La altura meridiana de una estrella.
- La amplitud ortiva de las estrellas<sup>50</sup>.
- Por dos alturas extrameridianas del Sol y el tiempo transcurrido entre ambas.
- Por dos alturas del Sol o de una estrella y la distancia entre los correspondientes verticales.
- Por alturas simultaneas de dos estrellas.
- Por dos estrellas que tengan el orto o el ocaso en el mismo instante.
- Por alturas correspondientes<sup>51</sup>

Según Ibáñez (2000) también empezaban a aplicarse las correcciones por refracción, semidiámetro y paralaje a las alturas observadas, a la vez que se introducía en la navegación, la astronomía y el triángulo esférico. Por estos hechos Ibáñez (2000) considera que “el siglo XVII supuso un siglo de transición para el arte de navegar” (p.88). En definitiva, la aplicación a la navegación de los conocimientos en el campo de las matemáticas, física y la astronomía descubiertos en el XVII, propiciarían el paso a la navegación científica que se produciría en el XVIII.

---

50 La Amplitud ortiva, es el Arco de Horizonte, entre el punto donde sale el Afro, y el verdadero Levante. La Amplitud fiembre es de la especie de la Declinación. (Cedillo, 1717, p. 13).

51 Se denomina así a la calculada por dos alturas iguales del astro, una a cada lado del meridiano.

Pedro Manuel Cedillo, del que Capel (1982) realizó la siguiente consideración: “Cedillo fue una de las más destacadas figuras científicas ligadas al colegio de Sevilla” (p.106), fue el primer autor que publicó un trabajo de trigonometría aplicada a la navegación, editado en 1718 mientras ejercía como maestro de la Arte de Navegación, en el Real Colegio Seminario de San Telmo de la ciudad de Sevilla (Arroyo, 1989).

Los autores de obras de navegación se fueron apoyando cada vez más en el aparato matemático para fundamentar sus resoluciones. Se normalizó la aplicación de las correcciones correspondientes a las alturas observadas en la mar, con lo cual fueron disminuyendo los errores en el cálculo de la latitud observada. A partir de la segunda mitad del siglo fue cuando en la formación de los pilotos, se instituyó de forma obligatoria el estudio de la aritmética, geometría y la trigonometría plana y esférica, tema que se desarrolla en el capítulo 3 correspondiente a la formación de los pilotos.

Parece que costó que los pilotos dejaran sus viejos métodos de navegación basados en la experiencia adquirida a través de largos años de profesión, para pasar a utilizar la ciencia y la técnica que los nuevos tiempos les ofrecían, dejando atrás el arte de navegar, en un largo proceso que culminaría con el cálculo de la longitud en la mar.

El proceso para determinar la longitud en la mar fue largo, y de los que más preocuparon a los navegantes, llegó a afectar a los intereses comerciales y los políticos, causando un problema entre España y Portugal, cuando por el tratado de Tordesillas en 1494, se fijó la línea divisoria entre las tierras descubiertas por España y las descubiertas por Portugal. Según Rey Pastor (1970), se encargó al cosmógrafo catalán Jaime Ferrer el trazado de esta línea divisoria y dio dos métodos para resolverlo:

El primero consistía en que: partiendo una nave desde las islas de Cabo Verde con rumbo al Oeste  $\frac{1}{4}$  Noroeste caminar en esta dirección hasta que la elevación del polo boreal fuese de  $18^{\circ} 20'$  donde estaría a 74 leguas o  $3^{\circ} 20'$  al norte del paralelo de aquellas islas; desde allí navegando al Sur hasta que el polo del Norte se elevase  $15^{\circ}$  se hallaría justamente en el paralelo que se buscaba y término de las 370 leguas. Previene la insuficiencia de la carta de navegar para esta demostración, la necesidad de formar para ella un Mapamundi tal como el que presentaba; y la instrucción que se requería de la aritmética, cosmografía y matemáticas, para entenderla y apreciarla.

El segundo método que propone como menos seguro consistía en “que partiendo de las islas de Cabo Verde en dirección Oeste una nave con veinte marineros escogidos, diez por cada parte, y llevando cada uno privada y reservadamente su derrota de estima, el primero que llegase al punto de las 370 leguas lo dijese a uno de los dos capitanes, que debían ser hombres de conocimientos y confianza, para que oyendo a los demás y estando conformes tomasen desde allí la derrota al Sur, y cuando hallasen a mano izquierda hacia la Guinea sería del Rey de Portugal. (pp. 78-79)

El desconocimiento del cálculo de la longitud en la mar, no posibilitaba determinar la posición del buque, lo que afectaba de forma directa a la seguridad de la navegación, produciendo pérdidas de vidas humanas, como las que ocurrieron en el extravío cerca de las Azores que sufrió el barco que portaba al embajador de Luis XIV, y en 1707 en las islas Sorlingas se perdieron cuatro buques de la Armada inglesa, pereciendo casi dos mil personas. El tiempo pasaba y el cálculo de la longitud en la mar seguía siendo un problema irresoluble. Hasta que los avances científicos y tecnológicos permitieron materializar la determinación de la longitud en la mar a través de las distancias lunares y el cronómetro, eso fue posible gracias a que desde los estados se promovió la investigación mediante la creación de sociedades científicas y observatorios astronómicos, a la vez que se establecieron premios: en España de 6.000 Ducados en 1567 al que les sumaron 2.000 más en 1598, el 8 de Julio de 1714 el Parlamento de Inglaterra promulgó el Decreto de la Longitud, que establecía un premio de 20.000 libras para quien descubriera un método práctico para determinar la longitud con un error que no fuese superior a medio grado de un círculo máximo, 15.000 libras para un

método con un error no superior a dos tercios de grado, y 10.000 libras para un método con un error no superior a un grado y en Francia de 100.000 libras en 1716.

Los premios económicos que se establecieron fomentaron el estudio y la investigación entre matemáticos, cosmógrafos, astrónomos, mecánicos e inventores. Atraídos por la importante cuantía del premio se presentaron soluciones de todo tipo, algunos de ellos proponiendo métodos absurdos, con el único fin de obtener un beneficio económico.

El relojero inglés John Harrison resolvió el problema en 1772 y la precisión de sus cronómetros permitirían a cualquier buque saber la hora exacta en alta mar. El procedimiento del cronómetro entrañaba una considerable dificultad: el diseño de un reloj portátil, de precisión, para mantener a bordo la hora del primer meridiano, con el modelo H4 John Harrison lo consiguió por lo que recibió el premio del parlamento inglés en 1773<sup>52</sup>. Una vez comprobada la fiabilidad del cronómetro a bordo de los buques, facilitó el cálculo de la longitud por este método mediante el procedimiento expuesto en la figura 2.13.

---

52 Ver Sobel, D. (1998).

**DIA 17 DE ENERO DE 1778.**

<u>Horas del reloj.</u>	<u>Alturas de ☉</u>	
A. . . . . 2 <sup>h</sup> 28'. 57"	. . . . . 25°. 42'. 20"	} + 10' para el centro.
2. 30. 51.	. . . . . 25. 29. 40.	
	Diferencia . . . . . 12. 40.	
	$\frac{1}{2}$ Diferencia. . . . . 6. 20.	
Compl. de Latit. 53° 44'. 00".		<u>Resolucion.</u>
qte.+ la declinacion.. 110. 38. 00.		
Compl. de altura. 64 07. 40.		<u>1ª Operacion.</u>
Suma. . . . . 228. 29. 40.		<u>2ª Operacion.</u>
$\frac{1}{2}$ Suma. . . . . 114. 14. 50.		
— 53. 44. 00.		
1ª Diferencia. . . . . 60. 30. 50.		
+ $\frac{1}{2}$ Diferencia. . . . . 6. 20.		
1ª Diferencia. . . . . 60. 37. 10.		
$\frac{1}{2}$ Suma. . . . . 114. 14. 50.		
— 110. 38. 00.		
2ª Diferencia. . . . . 3. 36. 50.		
+ $\frac{1}{2}$ Diferencia. . . . . 6. 20.		
2ª Diferencia. . . . . 3. 43. 10.		
	Hs. verd. 2 <sup>h</sup> . 05'. 09". . . . . 2 <sup>h</sup> . 07'. 05"	
	Tenia el reloj. . . . . 2. 28. 57.	
	Adelanta el reloj. . . . . 23. 48. . . . . 23. 46.	
	Adelanto medio del reloj . . . . . h. 23'. 47".	
	Hora del reloj en la primera altura. . . . . 2. 28. 57.	
	Luego hora verdadera en la primera altura. . . . . 2. 05. 10.	

181

**CONCLUSION DE LA LONGITUD.**

Hora del reloj. . . . .	2 <sup>h</sup> . 28'. 57".
Correccion de este dia á esta hora. — 10. 34.	<u>          </u>
Luego hora verdadera en Cartagena. . . . .	2. 18. 23.
Hora en la fragata. . . . .	<u>2. 05. 10.</u>
Diferencia de meridianos en tiempo,	
la fragata al Oeste. . . . .	<u>13. 13.</u>
Es Long. observada al O. de Cartag <sup>a</sup> . . . . .	<u>3°. 18'. 15"</u>

**Figura 2.13.** Ejemplo de cálculo de la longitud por cronómetro. Fuente: Mazarredo, 1790, pp. 180-181.

El método de distancias lunares como indica García Franco (1947, vol. 1) ofreció una serie de ventajas en el cálculo de la determinación de la longitud, ya que:

Depende de una sola observación; no exige precisión extremada en la medida, ni un horizonte claro y despejado. La declinación lunar y la altura del astro no influyen directamente. Los cálculos necesarios no son tan laboriosos como el de ascensión recta de la Luna, a lo cual ayudan mucho los datos de las efemérides, efectuadas a priori, y que evitan trabajo al marino. Finalmente, la reducción de la distancia aparente a verdadera podía hacerse, en lo que a refracción y paralaje se refiere, por fáciles medios gráficos. (p.304)

También Ibáñez (2000), sobre el método de la determinación de la longitud por el método de las distancias lunares, refiere que fue propiciada por la concurrencia de diversos factores, entre los que destaca:

- la capacidad de elaborar exactas tablas de distancias lunares que, por una parte, hubieron de ser calculadas (Tobías Mayer, 1755) y, por otra, puestas a disposición de los marinos a través de publicaciones especializadas (Nautical Almanac, 1767);
- la precisión en la medida de la altura de los cuerpos celestes sobre el horizonte, así como de la distancia angular entre astros, conseguida gracias a los instrumentos de reflexión (John Hadley, 1731) y a la corrección de las distancias angulares observadas; y
- la disposición de los medios adecuados para facilitar los cálculos necesarios (Tablas Náuticas). (p.93)

Con este método se consigue por medios astronómicos calcular con exactitud la longitud del buque en la mar, tal como se refleja en la figura 2.14. Se desarrollaron cuantiosos procedimientos entre los que destacó el que J. C. Borda (1733-1799) publicó en 1787, siendo el más utilizado en la práctica por los marinos de acuerdo con Achútegui (1996). Este fue uno de los cuarenta procedimientos evaluados por J. Mendoza y Ríos en 1787<sup>53</sup>, estimando que era el más ventajoso de entre los que utilizaban tablas logarítmicas.

---

53 Véase Mendoza y Ríos 1787, pp. 37-68. Encontraba este autor que si bien con algunos de los métodos existentes se podía reducir la distancia lunar verdadera con exactitud y sencillez, esta operación podría hacerse de forma más ventajosa utilizando los senos-versos naturales, según el método propuesto por él mismo en 1795. Sin embargo, para poder utilizar estas funciones trigonométricas habría que emplear las tablas que había elaborado y que no vieron la luz hasta 1800.



CÁLCULO DE LONGITUD POR OBSERVACIONES HECHAS EN EL NAVIO N. EL DÍA 8 DE JULIO DEL AÑO DE 1786. N.º 1.

Latitud N.  $43^{\circ} 58' 30''$ . Longitud supuesta al O de Greenwich  $17^{\circ} 30'$ , en tiempo  $1^h 10'$ . Altura del Observador sobre la superficie del mar 24 pies ingleses.

Observaciones, todas hechas con Cuadrantes de reflexión.	Hora en el reloj que se supone indica el tiempo verdadero á bordo $10^h 20' 00''$ , eso es, en Greenwich $11^h 30' 00''$ .	Distancia de la espiga de la Virgen al margen próximo de la Luna $56^{\circ} 55' 15''$ .	Altura de $\alpha$ de $\pi$ $10^{\circ} 12' 30''$ .	Altura del margen inferior de la Luna $13^{\circ} 40' 30''$ .
Paralaxe de la Luna.	Semidiámetro de la Luna.	Corrección de la altura de $\alpha$ de $\pi$ .	Corrección de la altura de la Luna.	Corrección de la distancia observada.
Paralaxe horizontal el 8 á medio día... $55' 3''$	Semidiámetro horizontal el 8 á medio día... $15' 00''$	Altura de $\alpha$ de $\pi$ ..... $10^{\circ} 12' 30''$	Altura del margen inferior..... $13^{\circ} 40' 30''$	Distancia de $\alpha$ de $\pi$ al margen inferior de la Luna..... $16^{\circ} 55' 15''$
Paralaxe horizontal el 8 á media noche... $55' 06''$	Semidiámetro hora el 8 á media noche... $15' 4''$	Depresión..... $4' 40''$	Depresión..... $4' 20''$	Distancia aparente..... $17' 10' 24''$
Variación en 24 horas..... $13''$	Variación en 24 horas..... $4''$	Altura aparente..... $10^{\circ} 7' 50''$	Altura aparente del margen inferior..... $13^{\circ} 31' 10''$	Semidiámetro de la Luna..... $15' 9''$
$25^h: 13^m = 11^h: 12^m$	Proporcional para $11^h: 12^m$ ..... $x = 4''$	Reflexión..... $5' 11''$	Altura aparente del centro..... $13^{\circ} 59' 59''$	Distancia aparente..... $17' 10' 24''$
Proporcional para $11^h: 12^m$ ..... $x = 13''$	Semidiámetro hora el 8 á $11^h: 12^m$ ..... $15' 4''$	Altura verdadera..... $10^{\circ} 2' 39''$	Corrección de reflexión y paralaxe..... $49' 31''$	
Paralaxe horizontal el 8 á $11^h: 12^m$ ..... $55' 13''$	Aumento á $18^h 35'$ ..... $5''$		Altura verdadera..... $10^{\circ} 40' 30''$	
	Semidiámetro en altura..... $15' 9''$			

Exámen del estado del reloj respecto al tiempo verdadero del navio.

Argumentos para la aberración y nutación, ó lugares del Sol y nodo de la Luna.	Argumento para la aberración.
Longitud del Sol el 8 á medio día..... $3^h 10' 31' 06''$	Ascension recta del Sol el 8 á medio día en tiempo..... $7^h 10' 57' 00''$
Longitud del Sol el 9 á medio día..... $3^h 57' 15' 17''$	Ascension recta del Sol el 9 á medio día..... $7^h 11' 21' 30''$
Variación en 24 horas..... $57' 44''$	Variación en 24 horas..... $4' 24' 30''$
$24^h: 17' 11'' = 11^h: 30' 12''$	$24^h: 4' 24' 30'' = 11^h: 21' 25''$
Proporcional para $11^h: 30'$ ..... $x = 27' 24''$	Ascension recta de $\alpha$ de $\pi$ respecto al Sol en $4^h 21' 25''$ ..... $x = 46' 40''$
Longitud del Sol el 8 á $11^h: 30'$ ..... $3^h 18' 48' 15''$	Ángulo horario de $\alpha$ de $\pi$ al occidente en tiempo solar..... $4^h 40' 45' 33''$
Lugar del nodo de la Luna el 9..... $9^h 21' 41' 00''$	
Lugar del nodo de la Luna el 10..... $9^h 21' 41' 00''$	
Variación en seis días..... $19' 50''$	
Proporcional para $11^h: 30'$ ..... $x = 5''$	
Lugar del nodo de la Luna el 8 á $11^h: 30'$ ..... $9^h 21' 19''$	Argumento para la nutación.
Declinación de $\alpha$ de $\pi$ .	
Declinación media á principio de 1786..... $10^{\circ} 00' 24''$	
Precesión en 61 años 8 días, á razón de $19'' 4$ cada año..... $1' 11''$	
Declinación media el 8 de Julio..... $10^{\circ} 2' 38''$	
Aberración..... $1''$	
Nutación..... $1''$	
Declinación aparente..... $10^{\circ} 2' 36''$	
Cálculo del ángulo horario.	
Distancia de $\alpha$ de $\pi$ al zenit..... $79' 57' 41''$	Complemento aritm. seno..... $6,0569566$
Distancia de $\alpha$ de $\pi$ al polo elevado..... $100^{\circ} 2' 36''$	Complemento aritm. seno..... $6,4438936$
Distancia del polo al zenit..... $46^{\circ} 1' 30''$	
Suma..... $226^{\circ} 1' 27''$	
Semisuma..... $113^{\circ} 0' 43''$	
Diferencia entre la semisuma y la distancia de $\alpha$ de $\pi$ al polo..... $15^{\circ} 28' 7''$	Logaritmo seno..... $9,5110162$
Diferencia entre la semisuma y la distancia del polo al zenit..... $66^{\circ} 59' 13''$	Logaritmo seno..... $9,9139241$
Suma de los logaritmos y complemento aritmético..... $19,4249399$	
Semisuma logaritmo seno de la mitad del ángulo horario..... $13^{\circ} 40' 27''$	Logaritmo seno..... $9,232149$
Si duplica, ó ángulo horario á razón de $14''$ por hora..... $4^h 21' 24' 02''$	
Cálculo de la distancia verdadera y de la longitud.	
Cálculo del ángulo en el zenit.	
Distancia aparente..... $57^{\circ} 10' 24''$	Complemento aritm. seno..... $6,0068142$
Distancia aparente de $\alpha$ de $\pi$ al zenit..... $79' 57' 41''$	Complemento aritm. seno..... $6,0519394$
Distancia aparente de la Luna al zenit..... $71' 9' 1''$	
Suma..... $208' 16' 56''$	
Semisuma..... $104' 8' 28''$	
Semisuma menos la distancia de $\alpha$ de $\pi$ al zenit..... $24' 11' 37''$	Logaritmo seno..... $9,4121565$
Semisuma menos la distancia de la Luna al zenit..... $32' 56' 46''$	Logaritmo seno..... $9,7315791$
Suma..... $19,1437356$	
Semisuma..... $9,5718678$	Log. seno $10^{\circ} 18' 14''$ , mitad del ángulo en el zenit.
Cálculo de la distancia verdadera.	
Ángulo en el zenit..... $58^{\circ} 25' 29''$	Logaritmo coseno..... $9,7156492$
Distancia verdadera de $\alpha$ de $\pi$ al zenit..... $79' 17' 41''$	Logaritmo tangente..... $10,2117379$
Suma mín. log. del rad. $10,4624771$	Log. tang. del primer segm.
Primer argumento..... $71' 13' 13''$	Compl. aritm. coseno..... $0,4922277$
Distancia verdadera de la Luna al zenit..... $70' 19' 38''$	Logaritmo coseno..... $9,9999470$
Segundo argumento..... $60' 13' 43''$	Logaritmo coseno..... $9,5211546$
Distancia verdadera de $\alpha$ de $\pi$ al zenit..... $79' 17' 41''$	Logaritmo coseno..... $9,5211546$
Distancia verdadera..... $57' 12' 4''$	Suma mín. log. del rad. $9,7317451$
	Log. cos. de la dist. correg.
Comparación de la distancia antecedente á las de las tablas, y conclusión de la longitud.	
Distancia de la Luna á $\alpha$ de $\pi$ á $5^h$ en Greenwich..... $55^{\circ} 55' 44''$	
Distancia de la Luna á $\alpha$ de $\pi$ á $12^h$ ..... $57^{\circ} 27' 59''$	
Variación en 7 horas..... $1^{\circ} 32' 15''$	Logaritmo prop. = 2503
Distancia observada corregida..... $57' 10' 24''$	
Diferencia con la primera de las tablas..... $1' 16' 21''$	Logaritmo prop. = 2754
	Diferencia..... $0,022$ Log. prop. de $1^h 28' 58''$
$1^h 32' 15'' + 1^h 28' 58'' = 3^h 1^h 14''$	
Intervalo pasado entre la primera distancia y la observada..... $x = 2^h 28' 48''$	
Hora verdadera que se contaba en Greenwich al tiempo de la observación..... $11^h 28' 18''$	
Hora verdadera en el navio al mismo instante..... $10^h 22' 56''$	
Diferencia de meridianos en tiempo..... $1^h 05' 16''$	
Esto es longitud del navio al O de Greenwich..... $16^{\circ} 34' 34''$	
Cálculo está al O de Greenwich..... $6' 11''$	
Logo longitud occidental del navio respecto á Cádiz..... $9^{\circ} 23' 34''$	

Figura 2.14. Ejemplo de cálculo de la longitud por distancias lunares, tomado de Mendoza y Ríos, 1787, 2, pp. 376-377.

La navegación marítima fue evolucionando a través de la Edad Moderna, hasta llegar a la resolución del "punto fijo" y poder disponer de las dos coordenadas geográficas, latitud y longitud, que permiten conocer la situación del observador. A partir del último cuarto de siglo del XVIII, para obtener la situación del buque fue imprescindible la utilización de las matemáticas y los instrumentos de reflexión, por lo que los antiguos métodos de navegación quedaron totalmente abandonados.

### 2.2.1.1. Instrumentos de tomar alturas

Los instrumentos de tomar alturas han sido y son determinantes para obtener la situación geográfica del observador en la tierra, ya que permiten medir la altura de los

astros. El primer navegante que tenemos conocimiento que utilizó uno fue Bartolomé Díaz en 1488, al tomar tierra en la bahía de Santa Elena:

Depois da partida qual ilha Bartholomeu Diaz os acopanhou te fe por no camino da derrota pera Minha, Vafco de Gamma na fua. E a primeira terra q tomou ante de chegar ao cabo de boa Efperanza, foi a baia aq ora chamao de Santa Helena, aundo cinco mefes q era partido de Lisboa: onde faio em terra por fazer agoada & affi tomar do fol. Porq como do ufo do aftrolabio pera aquelle mifter da navegaçao, auia po tempo q os mareantes defte reyno fe aproueitaua, & os navios erao pequenos: nao cofiana muito de a tomar dentro nelles por caufa de feu arfar. Principalmente com hu aftrolabio de pao de tres palmos de diámetro o qual armauao em tres paos a maneira de cabrea por milhor fegurar a linha folar, & maes verificada & diftictamete poderem faber a verdadeira altura d'aquelle lugar: pofto q leuaffem outros de latao maes pequenos, tao rufticamente come çou efta arte q tanto fructo tem dado ao nauegar. E porque em efte reyno de Portugal fe achou o primeiro ufo delle em navegaçao [...]. (Barros, 1628, fol.64)

Durante esa época y hasta el siglo XVIII se utilizaron el astrolabio (siglo II a.C.)<sup>54</sup>, el cuadrante (siglo II d.C.)<sup>55</sup>, la ballestilla (1342)<sup>56</sup>, el cuadrante de dos arcos (1594)<sup>57</sup>, el octante<sup>58</sup> y el sextante (1763)<sup>59</sup>. Instrumentos que describiremos en los subepígrafes siguientes.

#### 2.2.1.1.1. El astrolabio. Descripción y uso

El astrolabio marino era una aplicación del astronómico, ideado para tomar la altura de los astros. Construido normalmente de metal o madera, como se ve en la figura 2.15, estaba dividido por dos diámetros en cuatro partes iguales, una de las cuales se dividía a su vez

---

54 García Franco (1947) se refiere a la invención del astrolabio de la siguiente forma: La invención del astrolabio está envuelta en una impenetrable nébula. Todos los nombres de los filósofos griegos que trataron de Astronomía aparecen en los libros dedicados al astrolabio, como presuntos inventores del mismo. Lo más seguro es situarse entre Hiparco y Ptolomeo para asegurar al instrumento una realidad de existencia. (Vol. I, p. 201).

55 (Louzán, 2005, p.34).

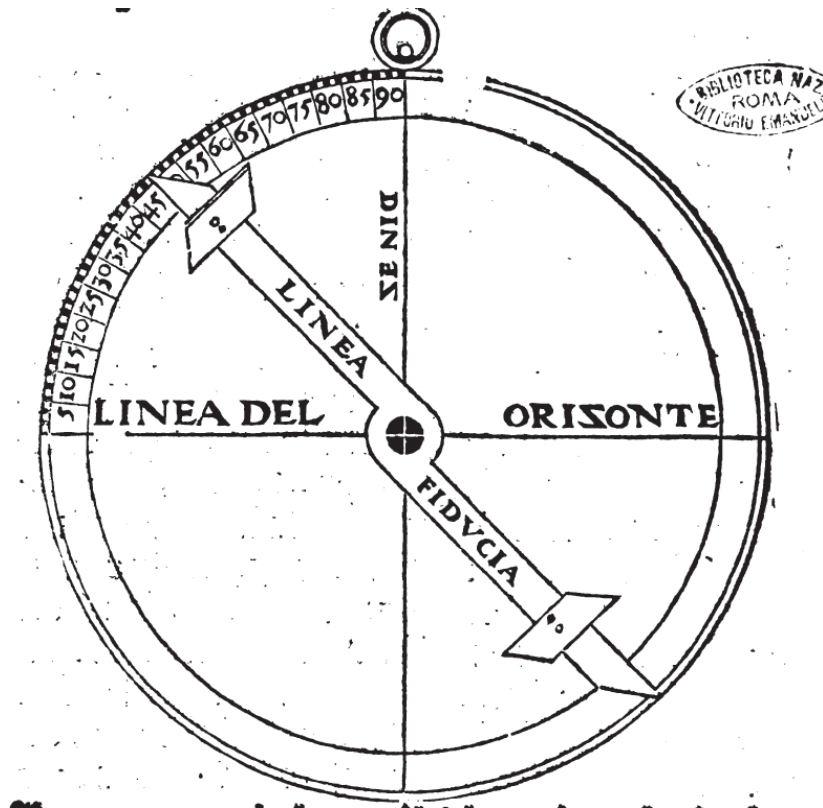
56 (García Franco, 1947, vol. 1, p. 232).

57 (García Franco, 1947, vol. 1, p. 240).

58 (García Franco, 1947, vol. 1, p. 246).

59 (García Franco, 1947, vol.1, p. 262).

en 90 partes iguales, graduadas de 0° a 90°. En el centro del círculo se situaba la alidada, en la que en los extremos superior e inferior se colocaba una pínula, que servía para marcar la altura del astro. Su parte exterior estaba provisto de una anilla para poderlo suspender.

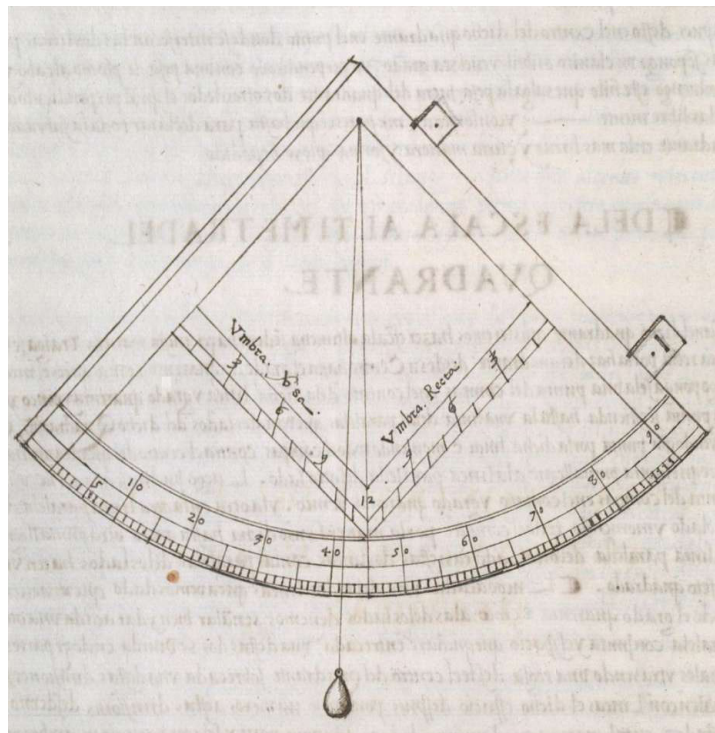


**Figura 2.15.** El astrolabio. Fuente: Cortés, 1551, fol. lxxvii, reverso.

Para tomar la altura, se colgaba el astrolabio de la anilla en un lugar del buque en donde sufriese menos balanceos y se movía la alidada en dirección al astro hasta que la imagen del astro que entraba por el agujero de la pínula superior coincidiese en la inferior, en ese momento se leía la graduación que marcaba la pínula, resultando la altura del astro.

### 2.2.1.1.2. El cuadrante. Descripción y uso

El cuadrante, era un instrumento para tomar la altura de los astros, construido en madera o metal, cuyos elementos esenciales eran: una armadura constituida por un sector circular, como se ve en la figura 2.16, con un arco de circunferencia de  $90^\circ$ , graduado en 90 partes iguales, provisto en uno de sus radios extremos de dos pínulas perforadas, que servían para encuadrar el astro y con una plomada para indicar la altura en grados.

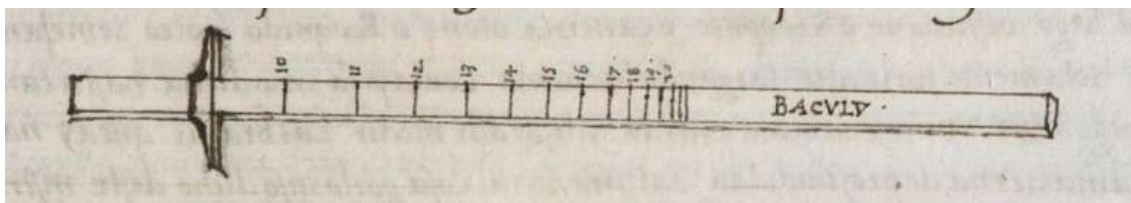


**Figura 2.16.** El cuadrante. Fuente: Chaves, 1537, p. s.n

Su uso consistía en observar el astro a través de las pínulas colocadas en casi los extremos de uno de los radios. Una vez encuadrado el astro, se obtenía su altura sobre el horizonte, a través de la graduación que marcaba el hilo de la plomada.

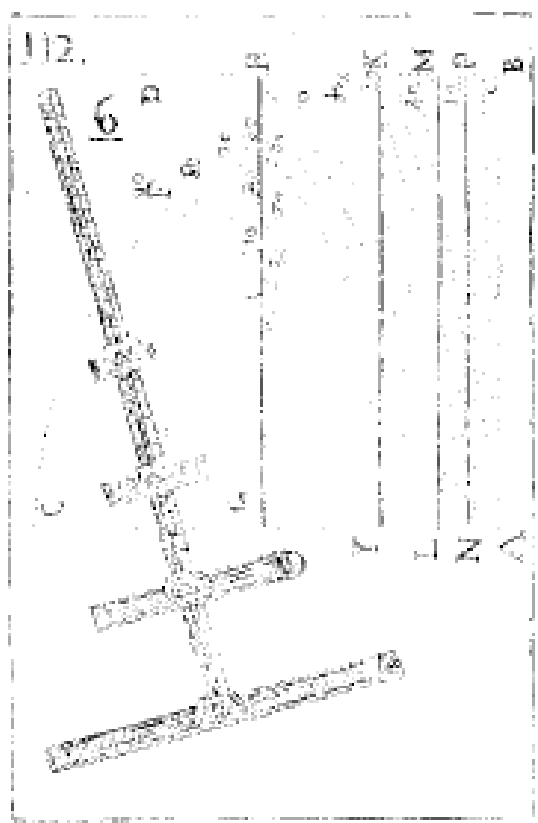
### 2.2.1.1.3. La ballestilla. Descripción y uso

La ballestilla<sup>60</sup> era un instrumento de madera, constituido como se ve en la figura 2.17, por una vara de sección cuadrangular de aproximadamente un metro de longitud, que iba graduado de 0° a 90° y con una sonaja de madera, también llamada transversario, deslizable y proporcionada a la longitud de la vara. La configuración de la ballestilla, de acuerdo como se muestra en la figura 2.18, fue evolucionando mediante la introducción de varias sonajas de distintas dimensiones, lo que requería la utilización de graduaciones diferentes para cada una de ellas, que iban grabadas en cada cara de la vara. La introducción de los distintos tamaños de la vara facilitó la observación de ángulos pequeños o grandes, tal como nos muestra García de Céspedes (1606) en la fabricación de la ballestilla que sirvió de padrón para los pilotos, en la que puso tres sonajas de diferentes tamaños, la pequeña para observar astros con una altura entre 6° y 12°, la mediana de 12° a 24° y la grande de 24° hasta 70°, con lo cual conseguía una mayor exactitud en las observaciones.



**Figura 2.17.** La ballestilla. Fuente: Chaves, 1537, p. s.n.

60 García Franco (1947) nos acerca a los diversos nombres con los que se conoció la ballestilla: “*Radius visorius*, le dice Werner; *baculus astronomicus*, le llama Apiano; *radius astronomicus*, Pedro Nuñez, tomándolo de Regiomontano; *virga visoria*, escribe Purbarcechio; *baculus jacobis*, le nombró el judío catalán Levi ben Gerson en la descripción del instrumento traducida al latín en 1342. *Cruz geométrica*, *verga de oro*, son otros nombres; *báculo mensorio*, se lee en Pérez de Moya(463), pero el más usual y hasta el más lógico es el de *ballestilla*, porque en su estructura y manera de emplearla recordaba el observador a un hombre de armas disparando al Sol la flecha de su ballesta. Tomaschek (577) quiere buscarle otra razón al nombre, y lo hace derivar de *al-balisti*, voz árabe que significa altura.” (vol. 1, p.232).



**Figura 2.18.** Ballestilla de 4 sonajas. Fuente: Sánchez Reciente, 1749, p. 112.

Sobre el uso de este instrumento Chaves (1537) advertía que no se podía utilizar para tomar la altura del Sol, fijaba su uso para observar estrellas, distancia entre ellas o para tomar la altura de edificios. Sin embargo, Cortés (1551) cuando se refiere a su uso dice que sirve para observar estrellas en la mar, que no sirve para Tierra ni para el Sol a excepción que exista un horizonte claro y una delgada nube. Mientras que Cedillo (1717) explica que hay dos modos de observar el Sol con la ballestilla, uno cara al Sol pero que por sus inconvenientes es poco usado y otro de espaldas al Sol.

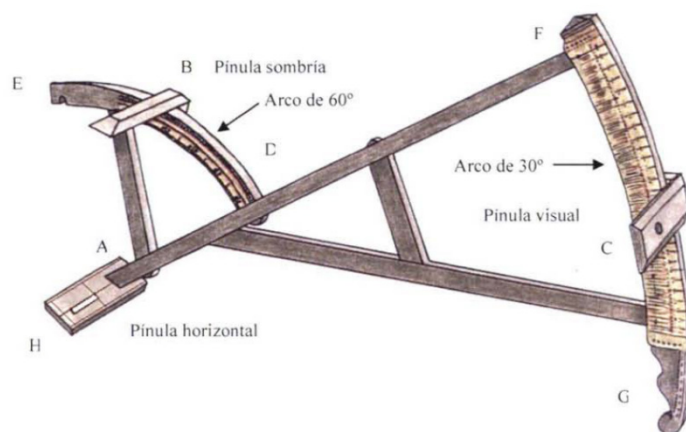
Para observar de espaldas al Sol, se seleccionaba la sonaja de acuerdo con la altura del Sol en ese instante, en el extremo inferior de la sonaja se colocaba una chapa de latón con un orificio para poder mirar el horizonte, a través del cual se iba ajustando la sombra del extremo superior de la sonaja y los grados que marcaran la vara en ese momento, correspondía a la distancia zenital.

Para observar de cara a la estrella, se seleccionaba la sonaja correspondiente a la altura y se situaba la vara sobre el hueso debajo del ojo, deslizándose la sonaja hasta que por la parte inferior se divisaba el horizonte y por la superior la estrella, en ese instante se tomaba la lectura de la vara que correspondía a la altura de la estrella sobre el horizonte.

#### 2.2.1.1.4. El cuadrante de Davis. Descripción y uso

El modelo de cuadrante de Davis que describimos en este epígrafe corresponde al considerado segundo modelo, que Jhon Davis (1552-1605) ideó en 1595, para superar la limitación que tenía el primer instrumento que construyó en 1594 que solo permitía medir alturas entre  $15^\circ$  y  $45^\circ$ .

Este cuadrante se caracterizaba, como se ve en la figura 2.19, por tener dos arcos con un centro común, el menor contenía  $60^\circ$  y el mayor abarcaba el complemento a  $90^\circ$  que son  $30^\circ$ . La graduación de los dos arcos, no necesariamente estaban siempre distribuidos en esa proporción, en algunos casos se dividieron en  $65^\circ / 25^\circ$ ,  $75^\circ / 15^\circ$ ,  $70^\circ / 20^\circ$ . La denominación de arco menor y mayor, no guardaba relación con la magnitud de su graduación, si no con la física (Sánchez Reciente, 1749, p.94). Completaban el cuadrante tres pinulas horadadas, una situada en el centro común de los dos arcos, lo que permitía ver el horizonte, las otras dos estaban situadas una cada arco.



**Figura 2.19.** El cuadrante de Davis. Fuente: Louzán, 2005, p. 375.

Para realizar la observación, se orientaba el cuadrante de cara al astro, haciendo coincidir el orificio de la pínula del sector pequeño con la correspondiente a la del horizonte, instante en el cual se movía la pínula del segundo sector hasta hacerla coincidir con el astro y este, estuviera sobre el horizonte. La altura del astro se obtenía mediante la suma de la lectura de los dos arcos.

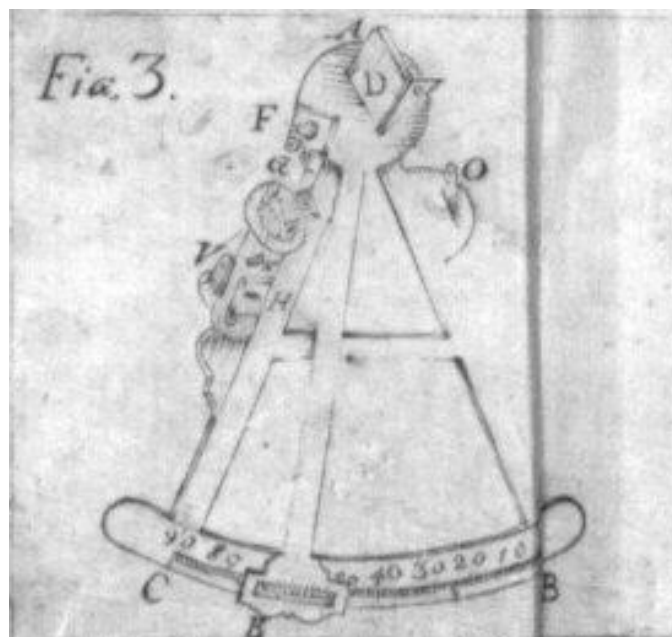
#### 2.2.1.1.5. El octante. Descripción y uso

En este epígrafe, de los dos octantes que John Hadley (1688-1744) presentó en las sesiones de los días 6 y 13 de mayo de 1731 celebradas por la Real Sociedad de Londres nos vamos a referir al segundo que presentó, de técnica muy parecida a un sextante. Nos hemos decantado por este modelo que fue el que Archer (1756) explica en su libro *Lecciones Náuticas*.

Varios otros octantes se han inventado; pero el que más aprecian los prácticos es éste, cuya construcción, y uso explica Don Antonio de Ulloa en la Relación Histórica de su viaje a América (Tomo I.), y manifiesta sus excelencias, y ventajas a los demás instrumentos, que hasta ahora se ha usado, y desprecian a los otros, como imperfectos, y muchas veces inútiles, cuando éste da la altura con suficiente exactitud. (p. 132)

Este instrumento, estaba constituido por una armadura de madera, en forma de sector circular soportada por dos radios, como se ve en la figura 2.20, con un ángulo de circunferencia de  $45^\circ$  dividido en  $90^\circ$  partes iguales. Desde el centro hasta el arco graduado bajaba una alidada que permitía leer el ángulo observado y sobre la cual iba afianzado un espejo perpendicular a su plano. En el radio exterior iba otro espejo cuya mitad más próxima al sector estaba azogada también perpendicular al plano del instrumento, dotado de una ligera rotación que le permitía ponerse paralelo al otro espejo cuando la alidada se situaba en  $0^\circ$ . En el radio interior había una pínula que permitían visualizar las imágenes de los objetos representados en el espejo situado en el radio exterior.





**Figura 2.20.** El octante. Fuente: Archer, 1756, p. s.n.

Para observar los astros con este instrumento se seguían los pasos siguientes: se situaba el observador cara al astro y se procedía a rectificar el instrumento, primero se ponía la alidada sobre  $0^\circ$ , con el octante vertical y el arco hacia abajo, después se visualizaba el horizonte a través de la pínula y la parte no azogada del espejo, comprobando si las dos imágenes, la vista por reflexión en la parte azogada y la vista directamente coincidían formando una línea recta. Rectificado el instrumento, el observador se situaba de cara al astro y mirando por la pínula al horizonte y la parte no azogada del espejo, se movía la alidada hasta que la imagen doblemente reflejada del astro se viese proyectada encima del horizonte, en ese instante la graduación señalada por la alidada correspondía a la altura del astro.

#### 2.2.1.1.6. El sextante. Descripción y uso

Ibáñez (2000) cuando se refiere del octante al sextante, señala que desde que se dio a conocer en 1731 el cuadrante de reflexión fue motivo de una constante evolución hasta convertirse en la actualidad en un instrumento preciso. Por su parte García Franco

(1947, vol. 1) destaca que la evolución de este instrumento fue acometida por Hadley desde la fecha en que se inventó corrigiendo las originarias imprecisiones causadas por el anteojo que amplificaba los defectos relativos al paralelismo de las caras de los espejos, disminuyó el tamaño del octante que originariamente tenía un radio de 50 cm e introdujo el nonius en la escala.

Hadley desde su invención, ya había manifestado la aplicación del octante en la medición de las distancias lunares, aunque como sostiene Macarte (1801):

1090. Como estos octantes de reflexión no miden arcos mayores que un cuadrante de círculo, el qual no alcanza para tomar las distancias lunares fuera de las cuadraturas, para el cálculo de la longitud, se ampliaron despues estos instrumentos, construyendo sextantes que miden ángulos de la 3<sup>a</sup> parte del círculo, quintantes que miden mucho mas arcos; y aun círculos enteros de reflexión. (p. 259)

Louzán (2005) destacó 5 ventajas del sextante sobre el octante:

1. No es necesario comprobar el error de índice antes de la observación ni tenerlo en cuenta;
2. Los defectos que puedan tener los espejos y los vidrios de color se eliminan;
3. Se reducen las imperfecciones que pueda tener la graduación del limbo;
4. Se eliminan los errores de excentricidad debido a la falta de coincidencia del eje de rotación de la alidada con el centro del círculo;
5. La facilidad de manejar y de mantener el instrumento en cualquier posición para la observación de distancias lunares, incluso aquellas mayores de 90°, y para medir alturas y ángulos horizontales de hasta casi 180°. (p. 518)

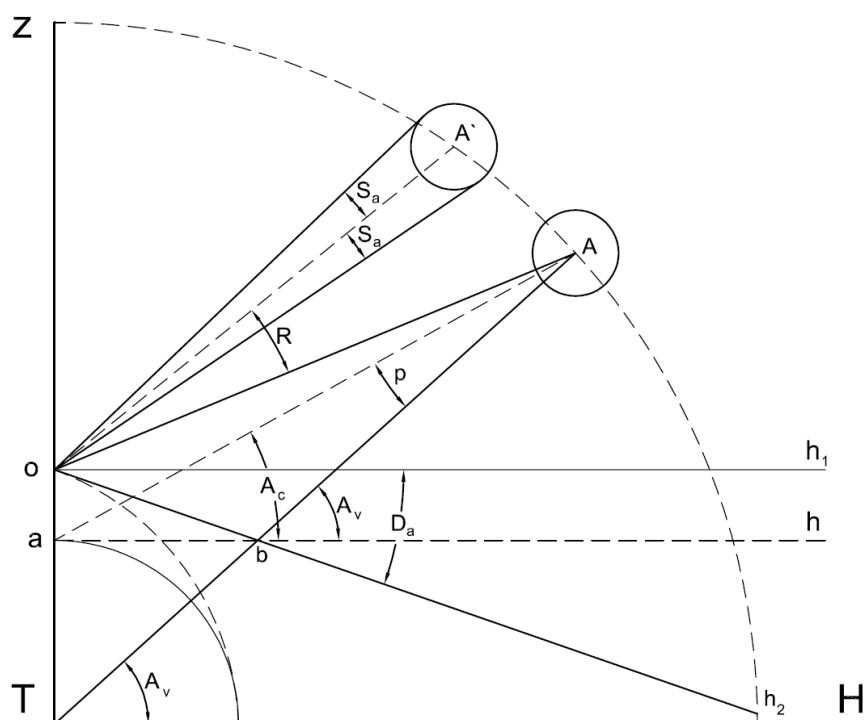


**Figura 2.21.** Sextante. Fuente: Louzán, 2005, p. 463.

Para medir la de un astro con un sextante como el de la figura 2.21, el observador se sitúa cara al astro manteniendo el sextante vertical dirigirá una visual al horizonte a través del anteojo, aproximadamente en la zona donde cae el pie del vertical del astro. Desplazando la alidada hasta que la imagen del astro doblemente reflejada quede en las proximidades del horizonte, en el instante en el que en el campo de visión tengamos la imagen directa del horizonte y la doblemente reflejada del astro, con un ligero movimiento de muñeca tangentearemos el astro sobre el horizonte obteniendo la altura instrumental del astro.

#### 2.2.1.1.7. Correcciones a las alturas observadas

La altura, es el arco de vertical que va desde el horizonte al astro. En la mar las alturas de los astros que se observan con los instrumentos de tomar alturas están referidas al horizonte visible. Para lo cual hay que tener en cuenta (al margen de las correcciones que se deben aplicar a la altura instrumental del astro: corrección de índice y corrección instrumental para transformarla en observada), las correcciones por: depresión del horizonte, semidiámetro, refracción astronómica y paralaje reflejadas en la figura 2.22.



**Figura 2.22.** Paso de la altura observada a la verdadera. Fuente: Urrutia s.f, Lección 22 p. 41.

$A_i$  = Altura del instrumento

$C_i$  = Corrección de índice

$A_o$  = Altura observada

$D_a$  = Depresión del horizonte

$S_a$  = Semidiámetro en altura

$R$  = Refracción astronómica

$p$  = Paralaje en altura

$A''$  = Altura aparente limbo inferior o superior sin corregir por refracción

$A'a$  = Altura aparente cenral sin corregir de refracción

$A_a$  = Altura aparente central

$A_v$  = Altura verdadera

Para pasar de la altura instrumental a la verdadera se procede según la siguiente fórmula:

$$A_v = A_i + C_i \pm S_a - R + p$$

Conocidas las correcciones a realizar por paralaje y semidiámetro desde que Hiparco (siglo II a.C.) las dedujo en un eclipse de Sol y establecidos los preliminares de la refracción astronómica por Arquímedes (siglo III a. C.), Regiomontano y Walther manifestaron la importancia de la refracción astronómica a bajas alturas hasta llegar a Ticho Brahe (1602) que estableció la corrección aplicar por refracción (García Franco, 1947, vol.1, pp. 329 – 330). En España, en los textos de “Pilotage” del corpus, las correcciones no se tuvieron en cuenta, hasta el *Tratado de la Cosmographia y Nautica* (1745) de Cedillo en donde se introdujeron de forma normal las correcciones a las alturas observadas.

### **2.2.2. El cronómetro marino**

Conocido el cálculo de la longitud por el método de las distancias lunares, se siguió trabajando en el de los relojes, que ya había sido propuesto por Hernando Colón en 1524 en la llamada junta de Badajoz, celebrada porque el tratado de Tordesillas (1494) no había fijado el antimeridiano que tenía que marcar la línea divisoria en el Pacífico, fue donde Hernando Colón, como sostiene López Piñero (1979), realizó una formulación impecable para calcular la longitud mediante relojes.

Propuso un instrumento que midiera “horas e cuertas e fracciones, y con el instrumento comenzar a caminar desde el lugar do comienza la partición al punto del mediodía, y cuando caminase más al Oriente por cada quincena parte de hora que el mediodía viniese al cominante antes de haber corrido 24 horas, diremos que había camino un grado hacia el Oriente o, por el contrario hacia el Occidente. (p.208)

Mientras, en 1530 Gemma Frisius (1508-1555) también propuso el método de la utilización de relojes portátiles para el mismo fin, pero el problema, era la difícil medición del tiempo en la mar, debido a las condiciones del medio y a la inexactitud de los relojes de péndulo (Tous, 2001, p. 254).

Este método para calcular la longitud en la mar por medio de relojes también fue contemplado en el libro de texto para pilotos escrito por Andrés de Poza en 1585, titulado *Hydrografia*, en donde enseñaba a calcular la longitud de llegada del buque, mediante el uso de relojes de arena.

El desconocimiento del cálculo de la longitud originaba un gran problema a los navegantes, ya que, de las dos coordenadas necesarias para posicionar el buque, sólo contaban con el conocimiento de la latitud, eso produjo importantes pérdidas de buques, como la que ocurrió el 22 de octubre de 1707 en las islas Sorlingas, en donde naufragaron 4 buques de guerra británicos, en donde perdieron la vida unos dos mil tripulantes. La cuestión continuaba sin resolverse, a pesar de los numerosos premios establecidos por países como España y Países Bajos, para aquellos que ofreciesen un método viable, a estos premios se sumó el ofrecido por el Parlamento británico mediante el Decreto de longitudes que en 1714 estableció una importante dotación económica para el que pudiese ofrecer un medio útil para el cálculo de la longitud.

Conocida la teoría para calcular por este método la longitud, faltaba contar con los relojes, adecuados, como el representado en la figura 2.23 para poder ser utilizados en los buques, que pudiesen soportar las inclemencias del tiempo, tanto de las originadas por las condiciones del mar, los cambios bruscos de temperatura como los movimientos propios del buque en navegación. Todos estos inconvenientes, logró solucionarlos el relojero inglés John Harrison, prescindiendo del péndulo y utilizando los materiales adecuados para resistir las diferentes temperaturas, manteniendo constante la marcha del reloj.



**Figura 2.23.** Cronómetro marino de finales del siglo XVIII. Fuente: Navegar y Navegar.

De acuerdo con lo expresado por Sobel (1998) fue en 1730 cuando Harrison empezó a trabajar en los relojes marinos, para cinco años más tarde finalizar el modelo H-1 que pesaba 34 kilos, ubicado dentro de una caja cuadrada acristalada de 125 centímetros. Las pruebas de mar del H-1 se realizaron en 1736, primero en el río Humber antes de iniciar viaje de Spithead a Lisboa a bordo del buque de la Armada inglesa *Centurion*, mandado por el capitán Proctor, que no pudo emitir informe sobre el comportamiento del H-1 por su fallecimiento a la llegada del buque a puerto. El tornaviaje lo hizo a bordo del *Orford* mandado por Roger Wills, en donde el H-1 fue determinante para identificar la posición del buque, ya que, al acercarse a tierra, Wills calculó una posición que fue enmendada por Harrison, hecho que impresionó a Wills, lo que le llevó a firmar un documento en el que reconocía la precisión del H-1. Con este certificado se presentó el 30 de junio de 1737 ante el Consejo de la longitud, en donde Harrison fue el único que expuso los puntos débiles que tenía y solicitó dos años más y un adelanto de 500 libras para seguir trabajando en el proyecto, el Consejo de la longitud le concedió la mitad del adelanto comprometiéndose a entregarle el resto a la presentación del nuevo modelo. Terminados

los trabajos con el H-2, lo presentó ante el Consejo en 1741, en donde superó unas durísimas pruebas que se realizaron en condiciones extremas de temperatura, así como de balances, cabezadas y pantocazos, aun así, no satisfizo a Harrison que inició la construcción del H-3, en la que estuvo trabajando 20 años. Al H-3 le sucedió el H-4, cronómetro con el que obtuvo el premio de la longitud, tal como expresa Sobel (1998):

En 1759, cuando Harrison acabó el H-4, el reloj que al fin obtuvo el premio de la longitud, se vio que presentaba más semejanza con el reloj de Jefferys que con ninguno de sus legítimos predecesores, el H-1, el H-2 o el H-3. (p. 106)

Después de ciertos retrasos en la comprobación de la fiabilidad del H-4, por fin en noviembre de 1761, Harrison hijo, embarcó en el puerto de Londres en el buque *Deptford*, con destino a Jamaica. El H-4 demostró su fiabilidad, desde el inicio del viaje, al fijar con exactitud la posición de Madeira. Al llegar el buque a Jamaica el 19 de enero de 1762, se comparó la hora del medio día local, por métodos astronómicos y por el H-4, el resultado fue brillante, el reloj, en 81 días de viaje se había atrasado 5''. Impedimentos buracráticos le alejaron del premio, exigiéndole nuevas pruebas. Estas se realizaron en 1772 con el H-5, que demostró su exactitud hasta de un tercio de segundo al día. Por lo que para este trabajo estableceremos la fecha de 1772 cuando la ciencia estuvo en disposición de poder calcular la longitud en la mar por el método de relojes.

### **2.2.3. Tablas astronómicas**

En este epígrafe estudiamos de forma sucinta las dos tablas fundamentales para realizar el pilotaje astronómico, las tablas de declinación del Sol y la de las distancias lunares.

#### **2.2.3.1. Tablas de la declinación del Sol**

En los siglos XI, XII y XIII, los astrónomos hispanoárabes perfeccionaron los instrumentos y los métodos de observación, elaborando tablas astronómicas tan precisas y



completas que serían utilizadas en todo el mundo durante varios siglos. Las principales figuras de esta etapa fueron: Ibn al-Sid al Batalúsi (1052-1127), Azarquiel (1029-1100), Avempace (1106-1138), Geber (?-1140), Averroes (1120-1198), Maimónides (1135-1204) y Alpetragio (?-1200).

Como científico más destacado de esta etapa, está Azarquiel, que interesado en los movimientos de los astros, estudia la precesión de los equinoccios, obteniendo un valor de 46" por año, muy próximo a lo admitido hoy en día, y la oblicuidad de la eclíptica, que hace variar entre  $23^{\circ} 33'$  y  $23^{\circ} 53'$ . Sus Tablas Toledanas fueron traducidas al latín, de utilidad durante más de un siglo para el cálculo del movimiento de los planetas.

Figura imprescindible en el desarrollo de la ciencia y de la astronomía fue el Rey Alfonso X el Sabio (1221-1284). Creó una estructura de centros de estudio y traducción alrededor de Toledo, en la cual se tradujo un número extraordinario de obras en árabe y, en menor medida, en hebreo en las que se encontraba gran parte del legado científico y filosófico de la antigüedad griega clásica, india y árabe. Los Libros del Saber de Astronomía del Rey Alfonso X el Sabio, es su obra más importante, en los que separa la Astronomía de la Astrología, al igual que Ptolomeo con el *Almagesto* y el *Tetrabiblos*. La obra está compuesta por catorce tratados. Libro de la octava esfera (cuatro obras), Libro del alcora, Libro del astrolabio redondo, Libro del astrolabio plano, Libro de la lámina universal, Libro de la açafeha, Libro de las armellas, Libro de las láminas de los siete planetas, Libro del cuadrante, Libros de los relojes (cinco obras), en los que se exponen los conocimientos de cosmografía, proyección y construcción de instrumentos de observación. Se construyeron instrumentos para realizar las observaciones correspondientes para contrastarlas con las realizadas anteriormente, lo que permitieron mejorar la teoría de Azarquiel, sustituyendo las Tablas Toledanas por las Tablas Alfonsíes, que se utilizaron al igual que las Toledanas en toda Europa, hasta que fueron sustituidas a principios del siglo XVII por las Tablas Rudolfinas publicadas por Kepler en 1627.

El destacado astrónomo Salmantino Abraham Zacuto (ca. 1450 – 1510) publicó su obra *Hibbur ha-gadol* (Compilación Magna) sobre 1473, pero fue su discípulo, José Vichinho, el que publicó su obra *Almanach Perpetuum* (Almanaque Perpetuo), el cual se trata de un resumen de su *Compilación Magna* al que añadió las efemérides del Sol, la Luna y los planetas. En su almanaque perpetuo utilizó el valor de  $23^{\circ} 33'$  para la oblicuidad de la eclíptica, dato en el que se fundamentaron los regimientos de navegación<sup>61</sup> hasta Rodrigo Zamorano (1581) que utilizó como máximo valor de la declinación del Sol  $23^{\circ} 28'$ , siguiendo los cálculos realizados por “los mas excelentes Mathemáticos y Aftrologos de nueftros tiempos” (Zamorano 1581, p. 16 reverso). En el prólogo del *Compendio de la Arte de Navegar* refiere como ha observado el valor de la máxima declinación siguiendo los cálculos efectuados por Georgio Pubarchio, Juan de Monte Regio, Nicolás Copérnico y Erasmo Reynoldo entre otros. El valor de la declinación máxima del Sol no logró poner de acuerdo a los tratadistas del siglo XVIII, que adoptaron los siguientes valores, Cedillo (1717):  $23^{\circ} 30'$ ; Cedillo (1745):  $23^{\circ} 30'$ ; Sánchez Reciente (1749):  $23^{\circ} 30'$ ; Archer (1756):  $23^{\circ} 29'$ ; Juan (1757):  $23^{\circ} 28' 30''$ ; Barreda (1766):  $23^{\circ} 30'$ . En lo que podemos observar que los profesores del Colegio de San Telmo siguieron el valor adoptado por Cedillo.

Conocida la latitud, faltaba resolver el problema de la longitud en la mar, los planteamientos teóricos ya se conocían: 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 poder resolver el problema además de la hora local, era necesario conocer la hora de un meridiano de referencia. Para lo cual se propusieron dos soluciones para obtenerla: el empleo de un reloj que conservara a bordo la hora del meridiano de partida y el método de las distancias lunares.

---

61 Como excepción cabe señalar que Martín Cortés en su *Arte de Navegar* (1551) basándose en Nunes utilizó el valor de  $23^{\circ} 30'$  para la oblicuidad de la eclíptica.

### 2.2.3.2. Tablas de distancias lunares

En Tierra el cálculo de la longitud geográfica no presentaba un problema mayor, ya que se calculaba mediante la observación de los eclipses de Sol o de Luna, en la que después de realizar observaciones simultáneas, la simple comparación entre las horas locales en que se habían realizado, se determinaba la diferencia en longitud. Pero este método exigía cálculos muy laboriosos de difícil ejecución a bordo de los buques. Por lo que se adoptó un método mucho más sencillo, el de las distancias lunares, que ya había sido ideado por John Werner de Nuremberg (1468-1528), en su obra *Annotations on the first book of Ptolomy's Geography* editada en 1514, ya recomendaba el uso del astrolabio para calcular la distancia entre la Luna y otro astro y así determinar la longitud.

The use of the Cofs-Saff now began to be introduced amongst the Sailors. This very ancient instrument being described by John Werner of Nuremberg, in his Annotations on the first book of Ptolomy's Geography, printed in 1514; he recommends it for observing the distance between the Moon and some star, in order thence to determine the longitude. (Robertson, 1780, p. ii)

Por lo que John Werner de Nuremberg (1468-1522) es considerado por Ibáñez (2000), como el primero que recomendó el método de las distancias lunares para el cálculo de la longitud, aunque su método teórico no se pudo poner en práctica debido a los insuficientes conocimientos de la mecánica celeste, la inexistencia de instrumentos de observación adecuados y que el aparato matemático no estaba desarrollado lo suficiente como para poder facilitar los cálculos necesarios. Estos serían facilitados por los estudios realizados por Johannes Kepler (1571 – 1630), Edmund Halley (1656 – 1742) y el Abad de la Caille (1713 -1762), que desembocarían en la confección de las Tablas lunares por Tobías Mayer en 1767.

En España, la Armada, en el *Estado General de Marina para el año 1786* incluyó bajo el título de Almanak Náutico las Tablas de distancia lunares para 1786 y 87, que estaban referidas al meridiano de Paris.

## 2.3. LAS CARTA DE MAREAR

Durante la etapa anterior, las cartas carecían de coordenadas, según Cerezo (1994) las primeras de las que se tiene conocimiento que contengan la línea equinoccial son: la de Juan de la Cosa (1500) representada en la figura 2. 24, la carta de Cantino de c. 1502 y la carta de King-Hamy de c. 1502. La del piloto Juan de la Cosa<sup>62</sup>, también fue la primera en mostrar el contorno conocido de la costa americana y según Pulido Rubio (1950) marcó el comienzo de la cartografía de ese continente.



**Figura 2.24.** Carta Universal de Juan de la Cosa (1500). Fuente: Biblioteca virtual del Ministerio de Defensa.

62 Juan de la Cosa (1460, Santoña – 1510, Turbaco (Colombia)), junto con Vicente Yañez Pinzón, Juan Díaz de Solís y Américo Vespucio, según narra Veitia Linage (1672) fueron convocados en 1507 por el Rey Don Fernando el Católico, nombrando piloto mayor a Amerigo Vespucio, por ser el más práctico. Continúa Veitia Linage (1672) que se les despacharon títulos de pilotos a Vicente Yañez Pinzón y a Juan Díaz de Solís, sin embargo no hace referencia al nombramiento de piloto que también se le otorgó a Juan de la Cosa, como así consta en AGI, Indiferente, 1961, L.1,F.20V-21. El de Vicente Yañez Pinzón en AGI, Indiferente, 1961,L.1,F.21R(1) y el de Juan Díaz de Solís en AGI, Indiferente, 1961, L.1, F.21R(2). Los tres títulos están datados en Burgos a 22/03/1508.

Tres hechos fundamentales marcaron la labor cartográfica, que se mantuvo hasta la primera mitad del siglo XVIII, la creación de la Casa de Contratación de Sevilla (1503), la del piloto mayor (1508) y la del padrón real (1512), que en palabras de Pulido Rubio (1950) era “[...] un inventario de las tierras descubiertas.” (p. 255).

Mediante Real provisión al piloto mayor Juan Díaz de Solís y al piloto Juan Vespuccio se les encargó la realización de un padrón real en el que se tenían que consignar todas las tierras descubiertas, con la información aportada por los pilotos al regreso de sus viajes, para servir de base en la confección de una carta de marear, por la que se debían guiar los pilotos de la carrera de Indias<sup>63</sup>. Un reflejo del trabajo científico de la Casa de Contratación, quedó reflejado en la fabricación de cartas de marear y mapas como constata la carta de la Figura 2. 25, en donde se representaba el contorno del mundo conocido en 1529.



**Figura 2.25.** Carta universal de Diego Rivero (1529). Fuente: Biblioteca digital Real Academia de la Historia.

63 AGI, Indiferente, 418, L.3, F. 326V-328V. Ver: Puente Olea (1900). Para el importante trabajo geográfico realizado por la Casa de Contratación de Sevilla.

La necesidad de situar la latitud geográfica en la carta introdujo la inclusión de una escala de latitudes en las cartas portulanas (véase figuras. 2. 24 y 2. 25). Por construcción eran conformes, ya que, conservaban en la carta, los rumbos medidos en la tierra, lo que las hacía aptas para establecer el punto de escuadría (rumbo seguido y latitud observada).

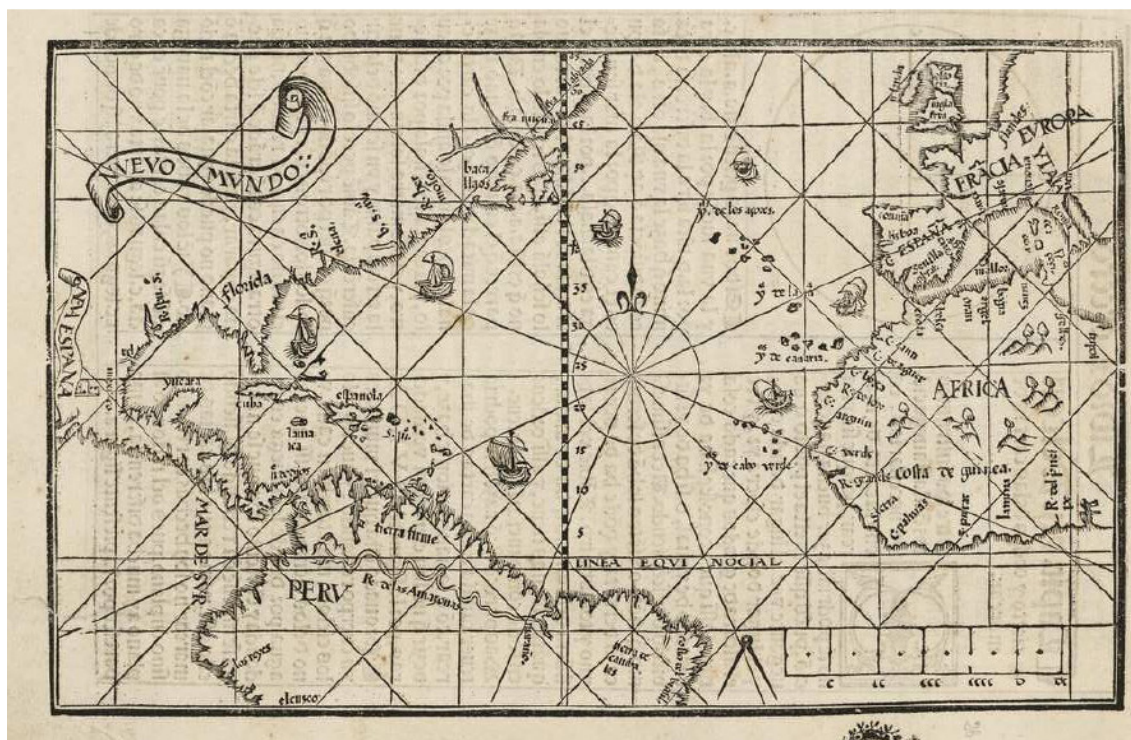
Frente a esa particularidad y la necesidad de situarse en la mar por el método de escuadría, unido a la de corregir el rumbo de aguja por el efecto de la declinación magnética para convertirlo en verdadero, llevó a Diego Gutiérrez a fabricar cartas con doble graduación (Cerezo, 1994). En la que se situaban dos graduaciones, una en un meridiano situado a 100 leguas a poniente de las Azores, con el origen de latitudes sobre la línea equinoccial, mientras la otra, situaba su origen de latitudes a 3° al norte sobre la equinoccial y a 50 leguas al este de la isla de Guadalupe. Estas cartas de doble graduación tuvieron una gran aceptación por parte de los pilotos, al permitirles trazar el rumbo sin tener que realizar el cálculo de la variación magnética y facilitarles el cálculo del punto de escuadría (Cerezo, 1994).

Para Fernández Duro (1881) las cartas de dos graduaciones diferentes son de difícil explicación, por lo que recurrió a la dada a través de la crítica realizada por Hernando Colón, en el coloquio entre Fulgencio y Teodoro en el que el primero pregunta y el segundo responde:

[F.- Señor Teodosio, yo he oído decir destas dos graduaciones que las cartas tienen, y no lo entiendo; quería saber qué cosa es.

T.- Sabeis, señor que el que hace las cartas con que navegan á las Indias de S. M. les pone dos graduaciones diferentes, tres grados una de otra, y en algunas más y en otras ménos, y dice que esto hace porque la falta del aguja se enmiende en la carta de manera, que le parece á él que es necesario desconcertar la órden y concierto de la carta para enmendar el aguja, y para ello hace las dos graduaciones contrarias, diciendo que la diferencia que el aguja hace en todo el camino lo quiere enmendar juntamente en aquella segunda graduación, y así quita los grados de ella de su propio lugar, y los pone diferentes de la primera graduación los dichos tres grados ó más.]. (p.509)

Con el propósito de que Diego Gutiérrez no fabricara cartas que no estuviesen ajustadas con el padrón real<sup>64</sup> se emitió Real Cédula dada en Valladolid a 22 de febrero de 1545 en ese sentido. La aparición de la carta de la figura 2. 26, tanto en el *Arte de Navegar* (1545) de Pedro de Medina como en el de Cortés de (1551), hace deducir que ese era el modelo oficial de carta de acuerdo con el padrón real, como así concluye (Cerezo 1994).



**Figura 2.26.** Carta de marear. Fuente: Medina, 1545, s.n.

Siguiendo con Cerezo (1994) la adopción como eje de orientación en las cartas la dirección del norte verdadero, así como la importancia de la longitud para determinar la situación, surgieron las cartas planas de grados iguales, construidas en base a las coordenadas ortogonales latitud y longitud.

64 AGI, Indiferente, 1963, L. 9, F.176V

Esta proyección comportaba una serie de errores, su magnitud dependía de la diferencia efectiva existente entre paralelos, meridianos y de la latitud del paralelo medio, no tenían la propiedad de conformidad, no eran isógonas, lo que suponía que los rumbos no podían ser representados por líneas rectas, salvo en latitudes bajas en donde la medida de los grados en latitud y longitud es casi la misma.

El problema de no conformidad<sup>65</sup> de las cartas planas no estuvo resuelto hasta 1569 año en el Gerhard Kremer (1512–1594), cuyo apellido latinizado es Mercator, ideó la proyección que lleva su nombre, fundamentada en la proyección cilíndrica centrográfica<sup>66</sup> para evitar la deformación que sufren los ángulos en dicha proyección<sup>67</sup>, aplicó proporcionalmente el aumento de los paralelos en relación al Ecuador, a los grados de latitud hacia los polos. Con esta proyección se consiguió que todas las loxodrómicas<sup>68</sup> se representasen, en la carta, como líneas rectas que cortan a todos los meridianos bajo un mismo ángulo. Esta perfeccionada por Edward Wright (1561-1615) en 1594, justificando matemáticamente la idea dada por Mercator, mediante la demostración que la separación de los paralelos hacia los polos aumentaba en función de la secante de la latitud.

---

65 Para que la proyección sea conforme es necesario que se mantenga, como en la superficie terrestre, las condiciones siguientes:

1º.- Que los paralelos y meridianos se corten bajo ángulos rectos.

2º.- Que en cualquier punto de la carta, la escala a lo largo del paralelo y meridianos que pasan por él sea la misma.- Esta escala es diferente para cada punto considerado. - Recordemos que sobre la esfera un metro medido a lo largo de un meridiano corresponde exactamente a igual distancia medida sobre el paralelo).- (Urrutia, s.f, p. 125).

66 La proyección cilíndrica centrográfica consiste en proyectar los puntos de la superficie terrestre en un cilindro circunscrito a la Tierra en el ecuador, tomando como centro de proyección el centro de la Tierra. (Fossi, 1949, p. 303).

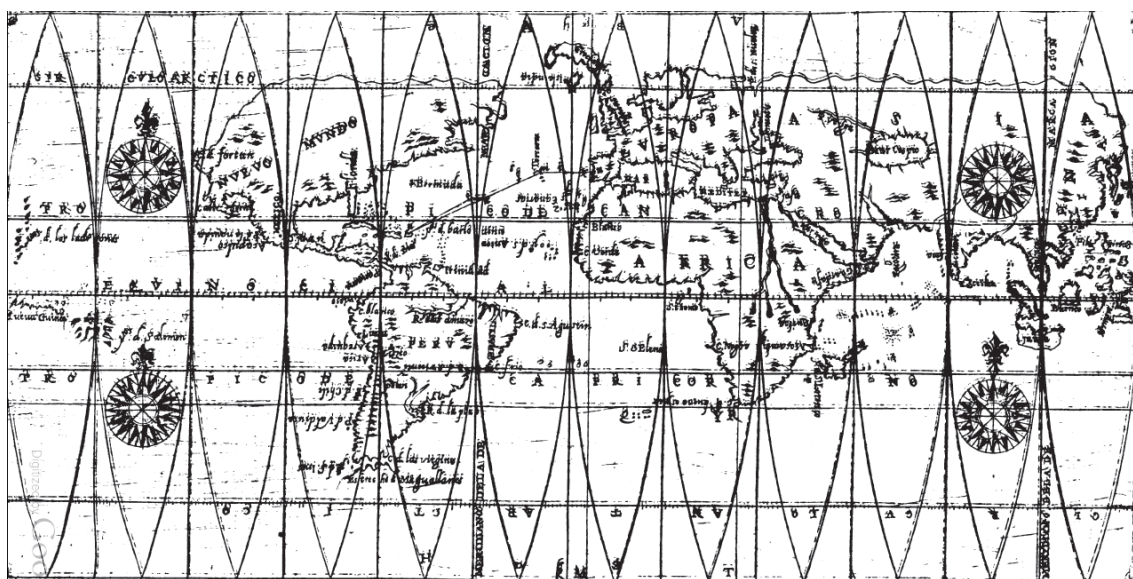
67 Véase entre otras referencias: *Tratado de Náutica* de Fossi, 1949, vol. 2, pp. 303-308); *Anstronomía y Navegación* de Moreu Curbera y Martín Jiménez, 1987, vol.2, pp330-338; *Astronomía Náutica y Navegación* de Urrutia, s.f., pp. 125-128.

68 La línea loxodrómica es la curva que trazada sobre la esfera corta a todos los meridianos con ángulos iguales. Por lo tanto, el navegar sobre ella supone ir a rumbo constante. (Moreu Cubera y Martínez Jiménez, 1987, p.339)



Los cosmógrafos de la Casa de Contratación ajenos a este nuevo tipo de proyección, continuaron fabricando cartas planas de grados iguales, a partir del padrón real.

Sobre finales del siglo XVI el padrón real al igual que los instrumentos de navegación, seguían arrastrando errores, por lo que en 1596 se nombró a Andrés García de Céspedes (1561-1611) piloto mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla, para enmendarlos<sup>69</sup>. Finalizados sus trabajos, Andrés García de Céspedes presentó una nueva carta de marear denominada “Mapa general” (véase Figura 2.27) y nuevos instrumentos de navegación, que después de ser sometidos al Consejo Real e inspeccionados y aprobados por personas de capacidad teórica y práctica reconocida, se ordenó que a partir de ese momento las cartas se debían fabricar según ese modelo<sup>70</sup>.



**Figura 2.27.** Mapa general. Fuente: García de Céspedes, 1606, entre pp 125-126.

69 AGI, Contratación, 5784, L.3, F.94.

70 Andrés García de Céspedes en la segunda parte del *Regimiento de Navegación*, denominada *Hydrografia*, explica el procedimiento seguido para la fabricación del “Mapa general” y del padrón de la navegación de la Carrera de Indias, cómo corrigió los múltiples errores que contenía y añadió las nuevas tierras que iban apareciendo.

A finales del siglo XVI el padrón real quedó prácticamente terminado, Pulido Rubio (1950) describió la labor realizada por la Casa de la Contratación y la participación de pilotos, cosmógrafos y pilotos mayores de la siguiente forma:

Se equivocaron en las localizaciones geográficas los técnicos, los hombres dedicados a los estudios superiores de Cosmografía; no supieron precisar bien las observaciones los pilotos de las naves, pero no por esto cundió el desmayo, sino que, por el contrario, la obra se continuó con el mismo tesón, se enmendaron los errores en el Padrón Real, se les dio a los pilotos una instrucción técnica que fuera la antorcha que iluminara sus conocimientos prácticos, y al finalizar el siglo XVI, el de los grandes Pilotos mayores, la obra estaba casi perfecta, constituyendo el mayor timbre de gloria para la Casa de Contratación de Sevilla. (pp. 289 -290)

Durante el siglo XVII se siguieron fabricando las cartas planas en el seno de la Casa de Contratación de Sevilla que continuó realizando su labor cosmográfica hasta su traslado en 1717 a Cádiz, que pasaron a depender de la Armada todas las tareas que tenía encomendadas. Bajo esta dependencia, el desempeño de las funciones correspondientes a centro de investigación científica y Escuela Náutica, originaron corrientes y opiniones encontradas, en este apartado hemos acercado las que atañen a las labores cosmográficas, para lo cual trataremos sobre las manifestadas en los informes de Porlier y Machado (1785)<sup>71</sup> y en el de Salazar (1809).

El informe de Porlier y Machado (1785) trata sobre el Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla y de forma tangencial nos acerca al estado de la hidrografía en el periodo comprendido entre el 1717 y 1785, mientras en el de Salazar (1809) se trataba el estado de la Hidrografía antes y después del traspaso de la Casa de Contratación.

Porlier y Machado (1785) aseguraban que desde el traslado de la Casa de la Contratación a Cádiz la facultad náutica estaba más atrasada, como así lo demostraba que

---

71 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988.

los pilotos se guiasen por cuarterones, mapas o derroteros extranjeros tal como lo había afirmado don Antonio de Ulloa y teniendo en cuenta que las Escuelas Departamentales de Navegación se crearon sin tener presente la de San Telmo, propuso modificar la de Cádiz, orientándola a producir, mantener y corregir la cartografía y publicaciones náuticas, sin intervenir en la enseñanza, con lo cual consideraban serían mayores los progresos de la facultad. Resaltaban la inobservancia de las leyes del título 23, libro 9, de las de Indias que dispusieron los medios para la formación y corrección de los mapas y derroteros. Una prueba que podría evidenciar el atraso de la náutica, sería el disponer de la documentación acerca de la navegación de Indias, que podía corresponder a la obra científica resultado del cumplimiento de las citadas leyes de Indias, depositada en el Convento de San Francisco de Cádiz:

Si tuviéramos a mano ciertos papeles que por noticias bien seguras sabemos que se depositaron en el convento de San Francisco de Cádiz pertenecientes a los asuntos de la navegación de Indias, y por Real orden se extrajeron (dejando inventario y recibo) para las Escuelas de la Marina de la Real Armada por los años 1768 a 71, quizá daríamos una prueba aun más convincente de los atrasos de la náutica de América, porque es muy verosímil que sean aquellos monumentos los efectos de la observancia de las leyes de Indias. (punto 83)

Desde que se trasladó la Casa de Contratación a Cádiz, no se observaron estas leyes y los diarios y noticias que se presentaban en los Departamentos de la Marina Real<sup>72</sup>, no eran examinados, no realizando los cosmógrafos su trabajo por no poder acceder a la documentación depositada:

---

72 Desde la promulgación de las OGA de 1748, de acuerdo con los artículos XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXIII, del título primero del tratado cuarto: los pilotos debían entregar sus diarios de navegación al piloto mayor de la Armada, el cual aparte de las noticias extraídas de los diarios, debía informarse de todo lo que pudiese servir de ayuda a la navegación; mandar realizar las correcciones correspondientes en cartas, cuarterones y derroteros, de los cual mantendrá un archivo bien organizado. Para la formación de planos, cartas y dibujar el contorno de la costa dispondrá de un maestro delineador. Los Directores de pilotos de los Departamentos, también debían recabar la misma información de la quedarán cumplida comunicación al piloto mayor.

Si juntamos estas noticias a los citados papeles extraídos del Convento de San Francisco, y a la fundada presunción de que estas leyes tendrían su observancia hasta la translación de la Casa de la Contratación a Cádiz, no será violento, sino muy natural inferir que los tales papeles fueron los frutos de aquellas leyes, y que las conferencias que según ellas habría harían comunes aquellas noticias, y consiguientemente más adelantada la facultad náutica que lo está hoy, que ni hay tales conferencias, ni se publican de algún modo en beneficio de la facultad y sus profesores tan necesarios hallazgos, quedando encerrados y virtualmente muertos en los Departamentos de la Marina Real, especialmente en el de Cádiz, donde se han estado presentado los Diarios y noticias desde que se absorbieron en el todos los maestros y funciones de la Casa de la Contratación, y los conocimientos del Consejo de Indias en Orden a esta materia. (punto 90)

A pesar de estar contempladas, tanto en la Casa de Contratación como en las OGA, 1748 el control de los Diarios de Navegación para realizar las correspondientes correcciones a cartas y cuarterones, según Porlier y Machado (1785), estos no se efectuaban, causando el mencionado atraso en la facultad náutica.

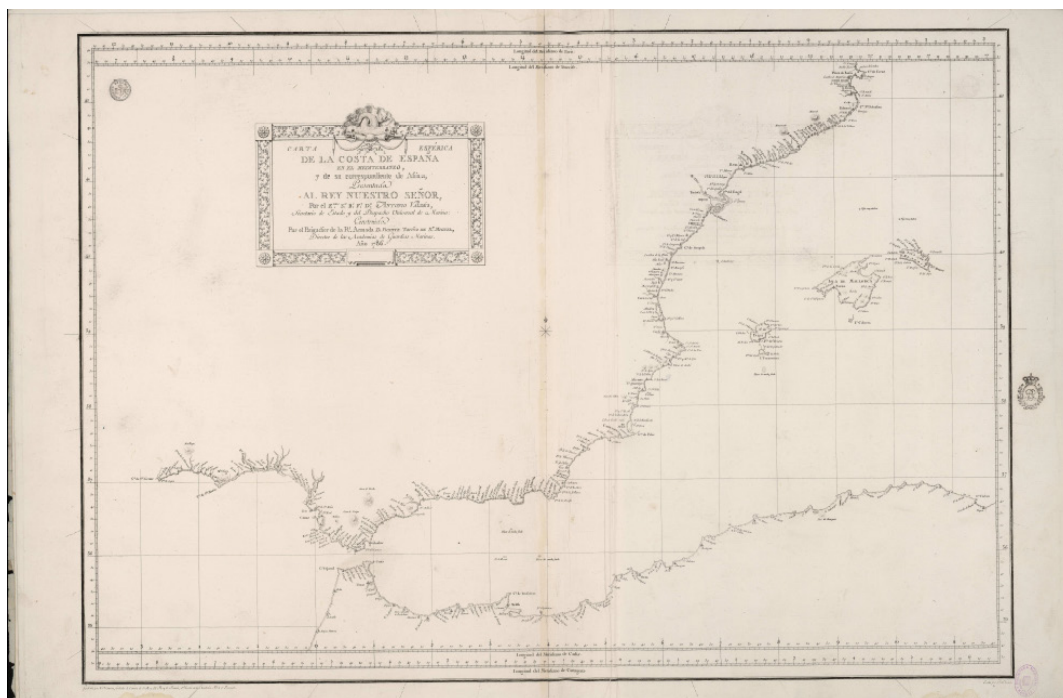
En la opinión de Salazar (1809) después de los avances realizados en el siglo XVI, con los estudios de Alonso de Santa Cruz<sup>73</sup> y Andrés García de Céspedes, la Hidrografía permaneció estancada hasta principios del siglo XVIII, llegando en su transcurso a la excelencia, dicho con sus palabras: “De modo que la hidrografía y navegación han llegado el día de hoy á tal punto de excelencia, que parece nada nos queda mas que desear.” (pp. 28 – 29)

---

73 Salazar (1809) referenciando a Navarrete considera a Alonso de Santa Cruz el inventor de la carta esférica.

La institución de las leyes del Consejo de Indias y el nombramiento del cosmógrafo para fabricar las cartas y corregirlas, considera Salazar (1809) que fomentó una navegación más segura, que de no haber caído en un total abandono no hubiesen sido tantos los naufragios ocasionados por el atraso continuado en la hidrografía y los errores que se mantenían en las cartas. Calificó de buena idea la inclusión en las OGA, 1748 la obligatoriedad de que todos los pilotos entregasen los diarios al piloto mayor de la Armada, como medida encaminada a enmendar la dejadez en la que había caído la hidrografía. Achacó la falta de efectividad de esta medida a que sólo con la información de los diarios aportados por los pilotos de la Armada, no era suficiente para corregir y confeccionar nuevas cartas, añadido a lo difícil que era que los pilotos particulares acatasen la misma ley. A la vez que remarcaba la falta de infraestructura dependiente del piloto mayor y del director general de la Armada.

Entretanto, España participó representada por Juan y Ulloa en la expedición destinada a medir el arco de meridiano terrestre en el Ecuador, el viaje tuvo una duración de 11 años, del cual, se publicó en 1748 *Observaciones astronómicas, y físicas hechas de orden de S. Mag. En los Reynos del Perú*. A partir de esta hasta 1800 se realizaron aproximadamente unas 60 expediciones a América y Filipinas que a diferencia de siglos anteriores se encomendaron a científicos y no a expertos sin excesiva preparación, estas expediciones tenían como objetivos principales la geografía y la historia natural (Martínez Ruiz, 2003). Terminó la serie de expediciones geográficas con la de Tofiño (1783-1789) que realizó el levantamiento cartográfico de las costas españolas representadas en el Atlas Marítimo de España como se refleja en la figura 2. 28, completado con los derroteros del Atlántico y del Mediterráneo. (Almonacid, 2015).



**Figura 2.28.** Carta esférica de la costa de España en el Mediterráneo [...], 1786. Fuente: Tofiño, 1789.

## 2.4. LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA

En este epígrafe tratamos de determinar en qué momento se dio la transición a la navegación astronómica científica, de acuerdo con lo expuesto en el presente capítulo, los hitos marcados en la Tabla 2.1, junto con el concepto dado por García Franco (1947, vol. 2. p. 128), así como lo expresado por el mismo autor para referirse a los instrumentos de reflexión, en el que realiza una importante consideración, en la que relaciona la invención de los instrumentos de reflexión con la medida de las distancias lunares:

La medición de la distancia Luna-astro no exigió, en ningún momento, la invención de instrumentos adecuados. Los mismos octantes y sextantes de reflexión empleados para la obtención de alturas servían para el caso, y hasta en varias de las Memorias escritas por los inventores de éstos se lee que fueron delineados simplemente para medir distancias lunares, apareciendo en segundo lugar la utilización del instrumento para obtener alturas. (vol.1, p. 322)

**Tabla 2.2.** Cronología de hitos. Fuente: Elaboración propia

Concepto	Tipo y Fecha
Instrumentos de reflexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Octante de Hadley (1731)</li> <li>• Sextante (1767)</li> </ul>
Tablas lunares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablas lunares de Tobías Mayer (1755)</li> <li>• Almanaque Náutico (1767)</li> <li>• Estado General de la Armada (1786)</li> </ul>
Corrección de distancias angulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralaje (Hiparco, siglo II a. de J.C.)</li> <li>• Semidiámetro</li> <li>• Refracción astronómica (Arquímedes, siglo III a. de J.C.)</li> <li>• Depresión de horizonte</li> </ul> <p>Empezaron a utilizarse por los pilotos en el Siglo XVIII</p>
Cronómetros	H-5 (1772)

Lo expuesto nos ha marcado una pauta para poder determinar la transición a la navegación astronómica científica, definida como el instante en el que la ciencia estaba preparada para acometer el cálculo de la longitud en la mar, a falta de tablas de distancias lunares, en el que ya se habían completado todos los demás elementos: la astronomía, la aplicación de la trigonometría esférica y los logaritmos, las correcciones a las alturas observadas para convertirlas en verdaderas y los instrumentos de reflexión que posibilitaban la medida de las distancias lunares. Por lo que, a efectos de esta memoria, podemos establecer, que la transición a la navegación astronómica científica, referido a la evolución de la ciencia, se inició en 1731, instante en el que, mediante la invención del octante, la ciencia, a falta de tablas de distancias lunares estaba en disposición de acometer el cálculo de la longitud en la mar, en el momento que aquellas estuviesen disponibles.





## CAPÍTULO 3.

# LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS





Vista la figura del piloto, el estado de la navegación marítima y su evolución, en este capítulo nos adentraremos en la formación que recibieron en España los pilotos, desde su institucionalización con la creación del cargo de piloto mayor (1508), hasta la promulgación del plan de estudios Winthuysen (1790). Trataremos de desarrollar como fueron los inicios de la enseñanza de estos profesionales, el modelo de formación que recibieron, los centros donde se formaron, cómo evolucionaron los programas formativos en función de los conocimientos que las necesidades de la navegación y los nuevos medios en que esta se desarrollaba, les demandaba.

Para realizar este capítulo, además de la bibliografía básica, ha sido imprescindible acudir a fuentes manuscritas, entre las que destacamos:

- El Archivo General de Indias, a la vez que nos ha servido de guía fundamental para desarrollar la formación de los pilotos desde 1508 hasta 1717, nos ha permitido establecer con claridad el periodo lectivo exigido –dos meses incluidos los festivos– para examinarse de piloto de la Carrera de Indias (1568-1717). Frente a la confusión originada por los datos contradictorios extraídos de Esteban Piñeiro (2012) y Guillen Tato (1935). Esta línea de investigación llevó a localizar el expediente de examen del Piloto de la Provincia de Nueva España (1679) de Antonio de Gaztañeta (1656-1728), constituyendo un dato inédito en la biografía de este ilustre piloto que alcanzó el grado de teniente general de la Marina de guerra (Pintos e Ibáñez, 2019).
- La Biblioteca digital Real Academia de Historia, de la que hemos recuperado el certificado de aptitud que emitió en 1733 Pedro Manuel Cedillo como director de

la Academia de Guardiamarinas, en la que relaciona una serie de preguntas sobre navegación, del que se desprende que se seguían los criterios marcados por la Casa de Contratación de Sevilla, en cuanto a los exámenes de pilotos y maestros, lo que nos ha dado una idea sobre el continuismo imperante en la formación de los pilotos, desde aquel lejano 1552.

- El Archivo General de la Marina Álvaro de Bazán, nos ha permitido aportar a la biografía del maestro de la Escuela de Náutica de Bilbao, Miguel Archer (1718-1752), el dato de su condición de piloto particular, inédito hasta la fecha. Asimismo, los informes de Porlier y Machado (1785), Winthuysen (1787) y Mazarredo (1787) han permitido establecer los motivos que originaron la promulgación de las Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla (1786), así como su posterior derogación y triunfo del modelo de piloto establecido por la Marina de guerra.
- El Archivo Naval de Cartagena, por el que hemos podido establecer cómo fue la formación de los pilotos de la Armada en su Escuela Departamental de Navegación (1801). Documento vinculado a nuestra memoria a pesar de estar fuera del ámbito temporal de estudio, por ser un documento acreditativo del grado de implantación del plan Winthuysen (1790) en las diferentes Escuelas de Náutica de España, en este caso, las pertenecientes a la Armada.

Durante esta etapa de la Historia Marítima<sup>74</sup> la formación de los pilotos evolucionó, pasando de aquel inicial: sean instruidos y sepan lo necesario sobre el cuadrante y astrolabio establecido en la creación del cargo de piloto mayor (1508), hasta el avanzado programa de estudios diseñado por el Consejo de Indias (1786) para el Colegio de San Telmo de Sevilla, en el que se incluyeron materias como las Matemáticas sublimes, la Mecánica, el Comercio y los Idiomas, asignaturas que antes no habían formado parte

---

<sup>74</sup> En el sentido que señala Martínez Shaw (2014), como una historia marítima científica, en la que se integra lo económico, social, institucional, cultural y de las mentalidades.

del currículo de esta enseñanza, a tenor de lo cual Escolano (1988) cuando analiza las Ordenanzas de 1786 dice: “De este modo, el Colegio de San Telmo se configuraba como un centro docente y de investigación que serviría de modelo a las demás escuelas de náutica del país.” (p. 70). El modelo fue abortado cuando las enseñanzas náuticas por Real Decreto de 8 de julio de 1787 pasaron a depender de la Armada, la primera consecuencia fue la reducción del periodo de estudios -de cuatro años a tres-, por Orden de 2 de julio de 1788, lo que pudo considerarse como el retorno a la adecuación de la formación de los pilotos de la marina mercante a la de los pilotos de la Armada, desembocando al final del periodo en el denominado Plan Winthuysen (1790), en el que la formación de los pilotos de la marina mercante quedó reducida a dos años.

En la confección de este capítulo se ha tenido en cuenta el momento histórico en lo que respecta al desarrollo científico-técnico en el que se vivía, la dependencia de las leyes por las que se regía la formación de los pilotos y los acontecimientos más relevantes relacionados directamente con la navegación.

Para una mayor uniformidad en la exposición hemos estructurando el contenido del capítulo alrededor de las dos etapas que han resultado de la periodización de la formación de los pilotos, la primera de 1508 a 1748 y la segunda de 1748 a 1790, en las que se han tratado de forma separada los centros en donde se formaron, la enseñanza que recibieron a través de los planes de estudio y los exámenes. Lo que nos ha permitido fijar la evolución de la formación a través de las etapas de la periodización, así como el instante en que se inició la transición a la navegación astronómica científica en la formación de los pilotos españoles.

### 3.1. PERIODIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS

A fin de organizar los diferentes procesos que se dieron en la formación de los pilotos hemos abordado su periodización, desde tres hechos fundamentales, la creación del cargo de piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla (1508), la creación del Cuerpo de Pilotos de la Armada (1748), la promulgación del Plan Winthuysen (1790). En la que hemos tenido en cuenta los hitos que se dieron en cada periodo y su influencia en el contexto general de la formación de los pilotos (véase figura. 3.1).



**Figura 3.1.** Periodización de los estudios de piloto. Fuente: Elaboración propia.

Las OGA, 1748, se preocuparon de que la Armada tuviese sus propios pilotos y lo hizo creando el Cuerpo de Pilotos de la Armada, extendiendo su reglamentación a los pilotos particulares, lo que supuso un cambio de paradigma, con una concepción totalmente diferente del piloto quedando supeditado a la Marina de guerra, en los ámbitos académico y profesional.

Antes de abordar estos periodos de la formación de los pilotos en la Edad Moderna, bajo el epígrafe Antecedentes, trataremos de determinar, si los pilotos recibieron algún tipo de formación en la etapa anterior al 1508. Finaliza el capítulo con la determinación de la transición a la navegación astronómica científica en la formación de los pilotos españoles.

### **3.2. ANTECEDENTES**

Como se ha mencionado anteriormente, los preceptos básicos de la navegación eran conocidos desde la Edad Media, recogidos en los códices alfonsíes o en las obras de Ramón Llull. Por ello, cabría pensar que, para el ejercicio de su actividad, los pilotos tendrían que haber recibido formación adecuada al estado de la evolución de las técnicas de navegación, y las necesidades del momento. Aunque no parece probable que recibiesen formación académica reglada. A pesar que estos principios básicos, ya eran conocidos “por la ciencia universitaria, no por los marinos incultos” (Chaunu 1977, p. 220), estos conocimientos no llegaron a los pilotos hasta que se hizo estrictamente necesario con los viajes oceánicos, en los que no había referencias de tierra y no quedaba más alternativa que mirar al cielo para poder determinar la posición del buque, para lo cual hacían falta unos conocimientos específicos que el piloto tuvo que adquirir.

La contrapartida, la sostiene Fernández de Navarrete (1846) de la lectura de la ley V del título 24 de la partida II de las partidas del Rey don Alfonso X el Sabio:

Quáles deben ser los naucheres, et cómo deben seer fechos et qué poder han:

“Naucheres (1) son llamados aquellos por cuyo seso se guian los navios por la mar: et porque estos son como adalides en tierra, por ende cuando los quisieren rescebir para aquel oficio (2), débenlos catar que sean tales que hayan en sí quatro cosas: la primecera que sean sabidores de conocer todo el fecho de la mar en quáles logares es queda et en quáles corriente, et que conoscan los vientos et el camiamiento dellos, et sepan toda otra marinería. Et otrosí deben saber las islas et los puertos et las a aguas dulces que hi son, et las entradas et las salidas para guiar su navio en salvo, et levar lo suyo do quisieren, et guardarse otrosí de rescebir daño en los logares peligrosos et de temencia: la segunda que sean esforzados para sufrir los peligros de la mar et el miedo de los enemigos : otrosí para acometerlos ardidamente cuando meester les fuere: la tercera que sean de buen entendimiento para entender bien las cosas que hobieren de facer , et para saber otrosí aconsejar derechamente al Rey, et al almirante et al comitre cuando les demandaren consejo: la quarta que sean leales de manera que amen et guarden la honra et la pro de su Señor et de todos los otros que han de guiar. Et al que fallaren por tal si fuere acerca de la mar, débenle meter en el navio en que ha de ir, et ponerle en la mano la espada ó el timón, et otorgalle que dende adelante que sea naucher. Et si después deso por su engaño ó por culpa de su mal guiamiento se perdiese el navio ó rescibiesen grant daño los que en él fuesen, debe él morir por ello. (López, 1843, pp. 285-286)

De las que interpreta que los pilotos debían superar un examen para acreditar sus conocimientos sobre las materias expuestas, así como sobre el conocimiento del astrolabio, la aguja náutica y las cartas marítimas. Autores como: Gelcich (1889) y Puente Olea (1900) también sostienen que la enseñanza de la navegación estaba ordenada desde el siglo XIII, por el código de las Siete Partidas. A pesar que en la ley V del título 24 de la partida II del mismo código, se enumeran los conocimientos que deben tener los pilotos, en ningún caso, dice que deben ser examinados, ni a quién compete examinarlos, y así lo explicita Arroyo (1989) lamentándose no estar de acuerdo con el criterio expresado por Fernández de Navarrete (1846). Con el que tampoco estamos



de acuerdo, debido a:

- La mencionada Ley V, no contiene los elementos que constituyen una profesión regulada.
- Considera que debían tener conocimiento sobre el astrolabio. Sin tener en cuenta que el astrolabio fue introducido en el arte de navegar aproximadamente en 1480, aunque Ramón Llull (1235-1315) asegura que este instrumento fue utilizado por los pilotos mallorquines en 1295 (Ibáñez, 2000).

En una época en la que consideramos que no estaba regulado el ejercicio de la profesión de piloto, tanto en las Partidas del Rey don Alfonso X el Sabio, como en el Libro del Consulado del Mar (1484), establecían la responsabilidad de su cargo y la pena en la que podían incurrir en caso de pérdida de la nave por omisión o ignorancia, la muerte. Con esa contundencia quedó reflejado en el Libro del Consulado del Mar.

Si acaso aquel que se tomó por piloto, no supiere guiar hácia los parages adonde había dicho, prometido, y concertado; el tal que fue admitido por piloto, y que habiéndoselo prometido así el patrón no pudiese cumplirle nada de lo prometido, deberá perder su cabeza en continente, sin remision ni gracia alguna. (Capmany, 1791, p. 33)

Lo que pudo constituir una garantía para el ejercicio de la profesión, y un seguro de profesionalidad para los patronos que los contrataban.

La Cédula de 18 de marzo de 1500 dada en Sevilla por los Reyes don Fernando y doña Isabel, relaciona la figura del Colegio de Pilotos Vizcaínos de Cádiz, pero poco se sabe de su actividad anterior por ausencia de documentación directa, debido al incendio y saqueo que sufrió la ciudad por las tropas al mando del Conde de Essex en junio de 1596. La escasez de fuentes documentales no permite conocer con exactitud la fecha de

su nacimiento<sup>75</sup>, las labores que hacían, la forma en que se formaban y en qué consistían los exámenes que los facultaba como pilotos.

El colegio de los Pilotos estantes en Cádiz hizo relación que de tanto tiempo acá que memoria de hombres non es contrario ha habido en Cádiz el dicho colegio vizcaínos los cuales han tenido sus ordenanzas juntas y sus leyes para navegar al poniente, de las carracas y galeas que vienen a Cádiz para aviarlos o aprestarlos a la parte de poniente de lo cual SS. AA. habían sido muy servidos y las rentas Reales acrecentadas porque a causa del dicho colegio de Pilotos vienen las carracas y galeras, para tomarlos, a la dicha ciudad, y se venden y contratan muchas mercaderías con provecho de los vecinos de Cádiz; y tenían juntas sus ordenanzas en las cuales se contenía que ningún Piloto de dicho colegio pudiese salir fuera de la dicha ciudad a recibir carraca ni galera de las partes del levante so pena de 150 ducados: tenían capilla en la iglesia de Santa Cruz: tenían un cónsul cada año para la jurisdicción y casos que ocurrieron tocantes al oficio del pilotaje y administración de las dichas carracas y galeras; y así mismo que ningún Piloto sea osado de entrar en carracas ni galea sin que primero sea acordado delante de su cónsul o en su ausencia con los otros Pilotos del colegio: y otra que si falleciere al un Piloto fuera de su tierra, si alguno de los Pilotos se hallare donde el tal falleciere, le honre según la calidad de su persona a costa del dicho colegio si no tuviese él facultad: otra que el Piloto o Pilotos que se acordaron en carracas o galeas den a la capilla del colegio un ducado cada uno; otro para el cónsul del año; otro para el Piloto o Pilotos que quedaron en dicha ciudad.- Pedían que los Reyes las confirmasen y aprobasen dichas ordenanzas; y así las confirmaron SS. MM. en Sevilla a 18 de marzo de 1500. (Fernández de Navarrete, 1846, pp. 357-358)

La literatura especializada considera, que la enseñanza que impartía estaba dirigida al practicaje y que posterior a la realización del examen, no se otorgaba ningún derecho

---

75 En cuanto a su ubicación Horozco (1845) aporta la siguiente información: “No tenían parte fixa adonde se juntar para su examen i negocios. Acordaron de querer para ello fabricar capilla en esta santa catedral; dio beneplácito para ello el sobredicho obispo Don Pero Fernandez de Solis, comenzóse la obra el año de 1483, siendo la primera capilla que tuvo esta santa iglesia, i su advocación de Nuestra Señora de las Angustias; i el glorioso dia de Señor San Salvador se gana en ella jubileo plenísimo” ( p. 246). Lo que hace suponer que el Colegio de Pilotos Vizcaínos de Cádiz, estaba establecido desde mucho tiempo antes, pero no se ha encontrado documentación que permita establecer la fecha exacta del inicio de su actividad en la ciudad de Cádiz.

ni título<sup>76</sup>. Parece que se trataba de una cofradía gremial, que actuaba como una corporación de prácticos y no una escuela de náutica:

La otra capilla colateral se fundó por los marineros de la nación vascongada i vizcayna, que eran en mucho número, a cuya junta llamaban colegio, porque solamente a ellos era permitido navegar cualquiera nao que, viniendo de las partes de levante i surgiendo en la bahia, o allegando a descubrir la isla, oviese de pasar al poniente, i las del poniente al levante, aviendo en esto tanta puntualidad que los fletamentos que se hacían fuera destos reynos era con adímento que en esta ciudad havia de tomar la nao uno destos marineros o Pilotos para proseguir el viaje. Para conocer i examinarse estos Pilotos hacían sus juntas i cabildos, teniendo ciertas ordenanzas, a las cuales concedieron mucha honra i gracias los reyes católicos teniéndose por muy bien servidos con su pilotaje. (Horozco de, 1845, p.246)

Por otra parte, HARRISSE (1892) referenciando a Fernández de Navarrete al Colegio de Pilotos Vizcaínos de Cádiz le da la consideración de escuela de náutica cuando dice:

Pilotage and Hydrography were taught in Andalusia at very early period, especially by Biscayan mariners. An ordinance from Ferdinand and Isabella, dated march 18, 1500 confirms the regulations which until then had been followed in a school of basque pilots established at Cadiz. The document declares the origin of the school so ancient that “the memory

---

76 Guillén Tato (1960) se refiere al Colegio de Pilotos Vizcaínos en los siguientes términos: “Quiere la tradición que desde tiempos inmemoriales existiese en Cádiz un Colegio de pilotos vizcaínos, que, desde luego no debió ser una escuela de Náutica, tal como la concebimos en nuestros días, sino más bien una entidad gremial, tal del gusto y costumbre de aquellos tiempos en los que la sindicación que decimos ahora tenía tanta fuerza entre el estado llano, artesano y profesional. Un colegio, como existen aún los de abogados y médicos, pero que, por ser gremial, no excluía ni los exámenes ni, en cierto modo, la enseñanza práctica del oficio, tan riguroso como sabemos cuantos hemos gastado vista y tiempo en los archivos de protocolos notariales.” (p. 270).

Arroyo (1989) se refiere a los pilotos vizcaínos citando a Horozco (1805), Guillén Tato (1960) y Fernández Duro (1879), al final del epígrafe EL COLEGIO DE PILOTOS VIZCAÍNOS DE CADIZ. ANTECEDENTE INMEDIATO, acaba con este párrafo “En resumen podemos afirmar que las enseñanzas en el Colegio de Pilotos Vizcaínos de Cádiz estaban exclusivamente dirigidas al practicaje de costa, eran tan solo de orden práctico y por supuesto no recibían un espaldarazo oficial a sus conocimientos, es decir no se le otorgaba título alguno.” (pp.21-24).

Duo (2000): “En estas mismas décadas finales del siglo XV, sucede también el segundo hecho histórico que ha de merecer nuestro interés. Del Colegio de Pilotos Vizcaínos de Cádiz se tiene por plazo más corto de antigüedad la fecha de 1465. Las escasas fuentes documentales que se disponen, aluden a una cofradía de pilotos lemanes o prácticos, vascos de nación, que sirven a los barcos que cruzan los mares encontrados del Estrecho. Nos interesa destacar que significan la primicia documentada de una enseñanza y examen náuticos, aunque sólo fuera para la navegación de bajura de usos «prácticos»” ( p.730).

of man runneth not to the contrary. (p.13)

También García Franco (1947) se refiere al Colegio de Pilotos Vizcaínos como “la antiquísima escuela de Pilotos” (vol. 2, p.176). En la que supone el tipo de enseñanza y las materias que se impartían, pero no hace alusión alguna a la duración de las mismas, ni que se expidiera título alguno.

La enseñanza náutica, desde una perspectiva académica era inexistente. Debido al tráfico marítimo que se había iniciado con el descubrimiento de América, el flujo de barcos que cruzaba el Atlántico destino a las nuevas tierras iba en aumento, así como las personas destinadas a colonizarlas, y las mercancías transportadas en ambos sentidos. Para realizar estas travesías, alejadas de cualquier referencia terrestre, se requerían unos conocimientos específicos, que el piloto tuvo que afrontar con una formación que no era la adecuada “Fue una experiencia y una técnica nueva con las que tuvo que enfrentarse el piloto, mal preparado para este tipo de navegación de altura” (García Franco, 1947, vol. 2, p. 178). Esta carencia, se fue supliendo con el establecimiento de la obligatoriedad de superar un examen para la obtención del título de piloto y todas las acciones que se fueron tomando a lo largo de la época para mejorar la formación de los pilotos, como veremos en los epígrafes siguientes.

### **3.3. PRIMERA ETAPA DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS 1508-1748. LA CONSOLIDACIÓN DE LA FORMACIÓN**

Durante este periodo, se consolidó la formación de los pilotos debido a la labor pedagógica de la Casa de Contratación de Sevilla y del Colegio de San Telmo de Sevilla, a pesar de no tener este último la facultad examinadora.

Por otra parte, surgió la Escuela de Náutica de Bilbao, que con su plan de estudios

ideado por el piloto particular Miguel Archer<sup>77</sup>, constituyó una nueva línea pedagógica, alejada del viejo paradigma practicista seguido por la Casa de Contratación de Sevilla. Esta nueva línea pedagógica seguida por Archer en Bilbao significó la transición a la navegación astronómica científica en la formación de los pilotos españoles.

### 3.3.1. Centros docentes de formación de pilotos

En el periodo comprendido entre 1508 y 1748, que hemos considerado la primera etapa, en la que los pilotos recibieron enseñanza en: la casa del piloto mayor, la Casa de Contratación de Sevilla<sup>78</sup>, la Academia de Matemáticas<sup>79</sup>, la Universidad de Salamanca<sup>80</sup> en el Colegio de San Telmo de Sevilla (1681)<sup>81</sup> y en la Escuela de Náutica de Bilbao (1740)<sup>82</sup>.

#### 3.3.1.1. La Casa de Contratación de Sevilla

En Sevilla por Real Provisión de los Reyes Católicos dada en Alcalá de Henares, a 20 de enero de 1503 se estableció una Casa de Contratación para estimular, encauzar y controlar el tráfico marítimo con el nuevo mundo y se promulgaron las Ordenanzas por las que tenía que regirse. Su personal estaba compuesto, al principio, por un factor, a cuyo cargo estaba el aprovisionamiento y revisión de los buques y la compra y expedición de ciertas mercancías por cuenta de la Hacienda (armas y municiones, azogue para extraer la plata, etc.); un tesorero que recibía todos los caudales procedentes de América, tanto de particulares como de la Corona, y se hacía cargo de los bienes de las personas

---

77 AGMAB 3366 Cuerpo Pilotos. Generalidad.

78 La Casa de Contratación de Sevilla como centro formador de pilotos ha sido estudiada por Pulido Rubio (1950).

79 La Academia de Matemáticas ha sido estudiada por López Piñero (1979); Esteban Piñeiro (2002).

80 La Universidad de Salamanca ha sido estudiada por López Piñero (1979), Alejo Montes (1993); (Esteban Piñeiro, 2006).

81 El Colegio de San Telmo de Sevilla ha sido estudiado por de las Barras Aragón (1935); Jiménez Jiménez, (2002), García Garralón (2007).

82 La Escuela Náutica de Bilbao ha sido estudiada por Ibáñez y Llombart (2000); Duo (2000).

fallecidas allí, en tanto no eran entregadas a su herederos (los bienes de difuntos); y un contador-secretario, encargado de la contabilidad de cuantas operaciones realizaba la casa. Estos tres funcionarios actuaban y eran responsables conjuntamente en ciertos trámites fiscales: registro de navíos, concesión de licencias de embarque y cobranza y administración de ciertos gravámenes sobre el tráfico (en especial la avería, fondo destinado a sufragar los gastos que originaba la protección armada de los buques mercantes).

Al introducir la figura del piloto mayor, la Casa de Contratación de Sevilla se convierte en un órgano centralizador de la actividad náutica, a la que se unirán las del cosmógrafo fabricante de instrumentos (1523) y la del catedrático de Cosmografía (1552), cargos que pusieron al servicio de la Corona española sus saberes científicos y su experiencia en las navegaciones.

El proceso constitutivo de la Casa de Contratación de Sevilla se puede dar por acabado en 1579, cuando se coloca al frente del organismo un presidente encargado de coordinar sus múltiples funciones. En 1583 se le agrega a sus órganos administrativos una Audiencia o Sala de Justicia. Las dos Salas (Gobierno y Justicia) con un mismo presidente. Las atribuciones y competencias de la Casa de la Contratación quedaron fijadas como sigue:

- 1ª-Órgano de control del tráfico ultramarino
- 2ª-Oficina de apresto y organización de las flotas
- 3ª-Depósito de los caudales del Rey y de particulares
- 4ª-Departamento de control de la emigración a Indias
- 5ª-Centro de investigación científica y Escuela Náutica
- 6ª-Audiencia y Tribunal de Justicia

De las competencias que tenía la Casa de Contratación, las que trataremos en esta memoria se corresponden con las que tenía como centro de investigación y Escuela Náutica. En la que le correspondían como Escuela Náutica, podemos diferenciar dos etapas: una

primera en la que el piloto mayor, formaba y examinaba a los candidatos a piloto, a los declarados aptos se les expedía la carta de examen lo que se podría considerar como un certificado de capacitación, ya que, una vez demostrado los conocimientos, habilitaba para el ejercicio de la profesión de piloto de la Carrera de Indias. La segunda etapa corresponde a la creación del puesto de catedrático de Navegación en la que se establecía, además de la obligatoriedad del examen, la asistencia a clase durante un periodo determinado, que varió a lo largo de la etapa, tal como describiremos en el apartado correspondiente.

En el siglo XVIII, la política innovadora de los Borbones trajo como consecuencia el traslado en 1717 de la Casa de Contratación a Cádiz y del Juzgado de Indias a Sevilla. Al mismo tiempo, la nueva estructuración administrativa y la progresiva descentralización del comercio le fueron mermando atribuciones hasta que por Real Decreto de 18 de junio de 1790 se suprimió la Casa de la Contratación, repartiéndose sus atribuciones entre la Secretaría de Hacienda de Indias, el Consejo de Indias, el Consulado de Cádiz, el Juzgado de Arribadas y Alzadas de Cádiz y la justicia ordinaria.

### 3.3.1.2. El Colegio de San Telmo de Sevilla

Según Jiménez Jiménez (2002), debido a la situación creada por la escasez de gente de mar y por la competencia náutica de otras naciones, el Duque de Medina Sidonia proyectó, en 1607, la creación de un colegio de marinos. Este proyecto no prosperó entonces, volviéndose a retomar en 1627, para finalmente hacerse realidad en 1681, mediante Cédula de 17 de junio por la cual se creó el Colegio de San Telmo de Sevilla “[...] para recoger, criar, y heducar muchachos huérfanos, y desamparados, enseñándoles la marinería, Pilotage, y Artilleria [...]” (de las Barras de Aragón, 1935. p.37), siendo su administrador la Universidad de Mareantes. En la cédula fundacional del Colegio Seminario de San Telmo en 1681, entre los requisitos que se exigían a los aspirantes estaban: no ser extranjero, ser pobre, preferencia de huérfanos sobre aquellos que tuviesen a sus padres vivos y al menos de ocho años de edad y no mayores de 14 años, no pudiendo permanecer en el Colegio por

más de ocho años. Se fijaron 150 plazas para colegiales y una dotación compuesta por: capellán, maestro, ayudante de maestro, mayordomo, ayudante de mayordomo, ropero, enfermero, cocinero y ayudante de cocinero, todos ellos con derecho a aposento y ración. Como externos contaban con un contador, médico, cirujano y barbero.

### 3.3.1.3. Escuela Náutica de Bilbao

Las Ordenanzas de la Ilustre Universidad y Casa de Contratación de la M.N. y M.L. villa de Bilbao (1737), en el capítulo 24 trata de las obligaciones de los capitanes, maestros, o patrones, pilotos, contra maestros y marineros, dedicando al piloto 7 artículos, en los cuales se especifica, además de sus obligaciones, los requisitos de obtención del título de piloto entre los que destaca: haber estudiado al menos durante seis meses el Arte de Navegar teóricamente con persona capacitada debiendo presentar certificación que lo acredite, así mismo deberá acreditar haberlo practicado llevando punto y rumbo como mínimo durante dos años, esta acreditación será expedida por capitanes o pilotos con los que haya realizado las navegaciones; cumplidos estos requisitos y presentados al Prior y Cónsules quienes determinaban el tribunal que tenía que examinarlos, una vez aprobados se les expedía el título de piloto<sup>83</sup>. Pero fue en 1739 cuando se inició el establecimiento de una Escuela de Matemáticas<sup>84</sup>, nombrando profesor en 1740 al capitán de fragata José Ibáñez de Rentería y en 1742 fue nombrado profesor de Matemáticas

---

83 Véase: Ordenanzas de la Casa de Contratación de Bilbao 1737, capítulo 2, artículos LXII al LXXVIII. (pp. 245-248).

84 Refiriéndose a la Enseñanza Náutica en Bilbao, Duo (2000) resalta “Al fin, en 1739, y ¡cuánto se echaría en falta!, llegaron a unirse la villa de Bilbao, el Consulado y el Señorío de Bizkaia para sufragar una escuela de Matemáticas, cuya dirección se confió al citado José Vicente Ibáñez de la Rentería<sup>27</sup>. Las Juntas Generales solicitaron del Rey que nombrara «capitán de alto bordo para sus reales Escuadras» a Rentería, porque era el rango necesario a la calidad de xaminador<sup>28</sup>. Pero no llegó a desempeñar el cargo” (p. 733). . Según Arroyo (1989) “Por otra parte si bien es cierto que el consulado de Bilbao no estableció hasta 1740 un centro de enseñanza náutica, si estaba capacitado legalmente y ejercía la misión de examinar y expedir títulos de Piloto”(p.77). Moreno Rico (2011) también fija su establecimiento de forma provisional en 1739 “La primera escuela de náutica sin vinculaciones directas con la armada se estableció en Bilbao por iniciativa del Ayuntamiento, el consulado y la Diputación. Las clases se empezaron a impartir de forma provisional en 1739.” (p.135).



y Náutica el piloto (capitán de fragata) Miguel Archer (1718 – 1752), asignándole un salario de trescientos ducados (Labayru y Goicoechea, 1903, vol.6). En 1756 se editó su obra póstuma *Lecciones Náuticas*, con la aprobación de Jorge Juan (1713 – 1773) comandante de la Compañía de Reales Guardiamarinas, en los siguientes términos “[...] es de los mejores, que jamás fe ayan escripto en Efpaña, por lo que toca a la practica de la navegación [...]”<sup>85</sup>.

A la muerte de Archer en 1752, como menciona Guiard Larrauri (1908) le sucedió interinamente Alviz, aunque la plaza la habían solicitado Pedro de Viadaur y Lorenzo de Mena, sin embargo, Ibáñez y Llombart (2000) señalan que la cátedra quedo vacante ya que en las oposiciones que se realizaron para cubrirla, los opositores no resultaron aptos, llegando a quedar interrumpidas temporalmente las clases hasta que en 1755 se designó a Ignacio Albiz para ocupar la cátedra<sup>86</sup>.

#### 3.3.1.4. Otros centros donde se impartió enseñanza a los pilotos

La enseñanza de náutica en Bilbao, según Duo (2000) citando a Guiard, data de 1511, siendo sus dos primeros profesores Augurtu y Laraudo. Según menciona Labayru (1900) la enseñanza se vio interrumpida por la guerra contra Venecia, siendo restaurada debido a la carta enviada por el ayuntamiento de Bilbao al Rey Felipe II, en la cual solicitaban enviase un profesor de matemáticas para la enseñanza de náutica. El Rey accedió a la petición mediante cédula enviada al cosmógrafo Cristóbal de Barros, fechada a 26 de abril de 1581 por la cual le ordena envíe al mencionado profesor, por cuatro o seis meses, para que enseñase la facultad en el seminario que había en la villa de Bilbao.

---

85 Extracto de la aprobación de Jorge Juan al libro de Archer (1756)

86 Reproducimos Alviz y Albiz, tal como los reflejan los autores.

### El Rey

\_\_Xpoyal de barros nro criado, la uilla de viluao nos ha escripto que para rreforcar y rrestaurar la nauegacion de aquella costa por auer uenido en diminucion por las guerras y trauajos pasados /auiendo praticado en la forma que abria para redusirla a ello, an allado la falta en el siminario de algund cosmógrafo y matemático que ensene de nueuo lo que las dhas guerras y trauajos pasados an consumido / y que leyendo este arte no dexara /ombre /onrrado de ayudar a ello a uno de sus hijos / y abia en aquel senorio mucha marineria /suplicandonos que pues demas de su bceneficio es en nro seruicio lo que fuesemos de hacerles mrd de lo que sera menester para el salario de un cosmografo que ay en ello para ello / y auemos acordado y encargamos y mandamos que pues como sabeis tenemos /ordenado que aya uno que lea esta facultad en toda la costa de poniente por su rrueda con salario nro enbieis a este tal a la dicha villa de uiluao por quatro /o seis meses a que lea en ella el dho arte y facultad /que en esto y en que nos acuseis de cómo se hiziese nos servireis, de lomar a xxvi de abril de 1581 años. (Labayru, 1900. vol. 6, p.818)

En la instrucción se determina el área geográfica de influencia que tiene que cubrir el cosmógrafo en la lectura del arte de navegar estableciéndolo en la costa de poniente, el tiempo que tiene que durar la lectura fijado en cuatro o seis meses, así como el salario que tiene que percibir. No especifica nada acerca de cómo deben ser los exámenes para la obtención del título de piloto, ni de los requisitos previos al examen. El profesor designado fue Andrés de Poza (1547-1595), autor en 1585 de *Hydrografía la mas curiosa que hasta aqui ha salido a la luz*.

Tanto Goodman (1990) como Vicente Maroto (2001) consideran que la cátedra que se estableció para enseñar el arte de navegar en varios puertos de la costa era itinerante. Vicente Maroto (2001) además concreta los puntos cuando dice: “[...] que impartiera enseñanzas durante tres meses en cada una de las tres provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, y cuatro villas de la costa de la Mar (cantábrica)” (p. 198). Aunque no coinciden en el periodo de lectura del arte de navegar, mientras Goodman (1990) lo fija en cuatro meses, con un examen posterior, Vicente Maroto (2001) lo establece en tres meses sin especificar si realizaban examen o no.

Felipe II en 1583, creó la Academia Real Mathematica, como centro de formación científico-técnica, que estaba abierta para los que estuviesen interesados, entre otras profesiones, la de piloto. Los conocimientos necesarios que se establecían para la obtención del título eran: el conocimiento de la Esfera y de las Teóricas de los planetas y entender la geografía de Ptolomeo junto con el uso y fundamento de las cartas de marear, del astrolabio, de la ballestilla y de la aguja y planteaba la posibilidad que después de aprobar el examen, pudiese obtener el título correspondiente (Esteban Piñeiro, 2002).

En la Universidad de Salamanca se impartían clases de Astronomía, en donde se confrontaban las ideas científicas, con la experiencia de los pilotos. Señala Alejo Montes (1993) que los diferentes planes de estudio correspondientes a los estudios comprendidos en la Cátedra de Matemáticas y Astronomía, detallando el que se estableció el año 1561, que constaba de tres cursos: el primer año se leía la esfera, teóricas de planetas, tablas y el astrolabio, el segundo año los libros de Euclides, aritmética hasta llegar a las raíces cuadradas y cúbicas y el Almagesto de Ptolomeo o el epítome del mismo, el tercer año cosmografía o geografía. Los estatutos de 1594 reformaron el plan ampliándolo a cuatro años, en el que se introducen nuevas materias, entre los que se incluyen la lectura de la totalidad de los libros de Euclides, los tres libros de *Triangulis sphaericis* de Theodosio, los tratados de *Designis rectis*, *De triangulis rectilineis* y *Sphaereis* de Christóphoro Clavio, el segundo libro del *Almagesto*, la Cartografía y el Arte de navegar. A pesar de la amplitud y variedad de las materias que se trataban, se consideraba una cátedra menor, en comparación con las de Derecho, Medicina y Teología. El número de estudiantes que acudieron a esta cátedra, que al principio fue alto, fue disminuyendo con el transcurso de los años. De los 11.000 estudiantes matriculados en 1630 en las tres grandes universidades castellanas, más de la mitad lo hacían cursando las carreras de Leyes, frente a los escasos 50 alumnos que estaban matriculados en las cátedras de Matemáticas de Salamanca y Alcalá. Esteban Piñeiro (2006) en lugar de achacarlo a la dureza de los estudios lo atribuye a la oferta y la demanda, ya que existían más de 3.000

puestos de trabajo para letrados en los territorios vinculados a la Corona de Castilla, en ocupaciones encuadradas en la administración civil o eclesiástica, además de estar mejor remuneradas y tener un mayor prestigio social, que aquellas profesiones relacionadas con la cosmografía y la astronomía.

### **3.3.2. Enseñanza**

Como se ha mencionado, la formación de los pilotos en España se institucionalizó en 1508 con la creación del cargo de piloto mayor y la instrucción dada por Fernando el Católico, para poder examinar, graduar a los pilotos de la Carrera de Indias y censurar los instrumentos necesarios para la navegación. Fue a partir de ese momento, cuando de forma incipiente se estructuraron las enseñanzas náuticas, que en esta primera etapa conducía a la obtención de un título profesional, denominado Piloto de la Carrera de Indias. Hasta ese momento, como señala Pérez-Mallina (2010) “la experiencia fue la única fuente de los conocimientos de un marino antes de la creación de la Casa de Contratación” (p.73). Ante la necesidad de tener a pilotos debidamente formados, para proteger las riquezas que venían del nuevo mundo, y la falta de centros de enseñanza náutica, donde formar a los pilotos, convirtió a la Casa de Contratación de Sevilla en lo que posiblemente constituyó el primer centro de enseñanza a cargo del Estado de la Historia Moderna (Pérez-Mallina, 2010). A partir de ese momento la enseñanza evolucionó junto con la ciencia que sustenta la navegación marítima. Esta evolución se materializó en los diferentes planes de estudios que se fueron promulgando, desde la Casa de la Contratación de Sevilla en la primera etapa y desde la Armada en la segunda.

No siempre fue parejo el grado de exigencia para la obtención del título de piloto y la formación que estos recibieron, pudiéndose considerar a ésta, superior a la exigida, lo que demuestra la inquietud de los maestros, que en determinadas ocasiones tuvieron que luchar contracorriente para aumentar el nivel de formación de los pilotos.

Para una mejor claridad en la formación que recibieron los pilotos, expondremos de forma paralela a los planes de estudios vigentes en cada momento, la formación que recibieron los pilotos en el Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla que, a pesar de tener que rendir sus alumnos examen en la Casa de Contratación, confeccionó su propio plan de estudios. De la misma forma, se enumeran los textos en aquellos planes de estudio que establecieron la obligatoriedad de unos textos de estudio determinados.

También expondremos la enseñanza que se impartía en la Escuela de Náutica de Bilbao que seguía su propio plan de estudios y emitía el título de piloto.

### **3.3.2.1. La enseñanza en la Casa de Contratación de Sevilla**

En la Casa de Contratación de Sevilla se constituyó la primera Escuela de Náutica de España, aunque en principio fue la casa del piloto mayor donde se impartían las clases de navegación y estas se llegaron a dar en una posada, la de Alonso de Chaves. Durante el periodo que la enseñanza náutica dependió de la Casa de Contratación se promulgaron la Real Cédula de 1508 por la cual se instituyó la enseñanza que tenían que recibir los pilotos, la Real Cédula de 1527 considerada como un complemento a la anterior, el plan de 1552 con el que se intentó reorganizar la enseñanza náutica mediante el nombramiento de un catedrático de Navegación y la obligatoriedad de asistencia a la lectura de la cátedra en la Casa de la Contratación de Sevilla y el plan de 1636 del Real Consejo de Indias, que nunca entró en vigor. Lo expuesto en este epígrafe y los siguientes de este capítulo nos ayudarán a establecer si la enseñanza que recibieron los pilotos fue la adecuada.

#### **3.3.2.1.1. La Real Cédula de 6 de agosto de 1508**

Con esta Real Cédula, se instituyó la enseñanza que tenían que recibir los pilotos para poder navegar a Indias, en la que se dio una especificación muy genérica, de cómo tenía que ser esa formación “[...] sean instruidos y sepan lo que es necesario de saber en

el cuadrante e astrolabio, para que junta la platica con la teorica, [...]” (Pulido Rubio, 1950, p. 67). En la que no se olvidó de reseñar la importancia que tenía que tener la práctica en la enseñanza de la profesión, ya que para acceder a los exámenes se estableció como requisito indispensable haber navegado como marinero una serie de viajes a Indias. Este requisito de realizar las prácticas de mar, para obtener la titulación profesional perdura en la actualidad.

Los contenidos teóricos que debían formar el cuerpo de conocimientos para poder cumplir la exigencia de la Real Cédula, estaban compuestos por: conocimiento y manejo de las tablas de declinación solar, reglas de la sombra producida por luz solar al tomar su altura y su desarrollo, normas para tomar la altura del Sol, determinación de la latitud por altura meridiana, normas para tomar la altura de la Estrella Polar, determinación de la latitud por la Estrella Polar, uso del astrolabio y cuadrante. Mediante el conocimiento de estos contenidos teóricos, se adquirirían las siguientes competencias: calcular la latitud por altura meridiana del Sol, calcular la latitud por la altura de la Polar, utilizar autónomamente el astrolabio y el cuadrante para poder calcular la altura del Sol y de la Polar. El resto de competencias necesarias para realizar una navegación segura, se suponía se habían adquirido mediante la práctica durante los viajes realizados al Nuevo Mundo.

#### 3.3.2.1.2. Real Cédula de 2 de agosto de 1527

En esta Real Cédula dirigida a Sebastián Caboto, piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla, se le dicta el procedimiento a seguir en los exámenes de pilotos, las condiciones que han de reunir y los conocimientos sobre los que tienen que ser examinados, considerada por Pulido Rubio (1950) como “un complemento necesario de lo que ya estaba legislado” (p.143).

Que los Pilotos para ser examinados y ejercer tengan los instrumentos y sepan lo contenido en esta ley. El que hubiere de ser Piloto tenga su carta de marear , sepa echar punto en ella , y dé razon de los rumbos y tierras que contiene, y de los puertos y bajos mas peligrosos, y de los resguardos

que se les deben dar, y de los lugares donde se pueden abastecer de agua y leña, y dé las otras cosas necesarias á los viajes: tenga asimismo astrolabio para el sol , y cuadrante para el Norte, y sepa el uso de entrambos en tomar la altura , y añadir ó quitar : la declinación del sol, y lo que la estrella alza ó baja, juntamente con el conocimiento de las horas que son á cualquier tiempo, de dia ó noche : y los que se hubieren de examinar sean obligados á traer ante el Piloto mayor al tiempo de su exámen , los instrumentos de astrolabio, regimiento, cuadrante y carta de marear: y lo mismo hagan cada vez que hubieren de partir de la ciudad de Sevilla para las Indias, á fin de que vea si están concertados, y si son buenos y suficientes para regir por ellos aquel viaje: y ningun Maestre pueda llevar Piloto, si no le constare que ha hecho la muestra de sus instrumentos ante el Piloto mayor. (Recopilación, 1841, vol. 3, p. 305)

A la vez que complementaba lo legislado, podríamos añadir que desarrolló el contenido de aquel genérico “sean instruidos y sepan lo que es necesario de saber en el cuadrante e astrolabio” (Pulido Rubio, 1950, p. 67) especificando que los examinandos debían presentarse con sus instrumentos de observación, la adecuación de cada instrumento según el astro a observar, así como los conocimientos básicos para poder calcular la latitud por observación del Sol y de la Polar, saber situar la posición del buque en la carta y trazar el rumbo a puerto de destino. La parte práctica, además de venir determinada por el tiempo de navegación establecido para poderse examinar, había que demostrarlo mediante el conocimiento pormenorizado de las zonas por donde había navegado, llegando al detalle de un buen derrotero.

De lo que se infiere que los pilotos debían poseer los siguientes conocimientos teórico prácticos: reglas de la sombra producida por luz solar al tomar su altura y su desarrollo, normas para tomar la altura del Sol, determinación de la latitud por altura meridiana, normas para tomar la altura de la Estrella Polar, Estrella del Norte y de las guardas y de su movimiento, determinación de la latitud por la Estrella Polar, uso del astrolabio y cuadrante, determinar los rumbos por donde ha de navegar, determinar la posición del buque. La ampliación de los conocimientos exigidos añadió nuevas competencias como: determinar los rumbos para llegar de forma segura a los puertos, mediante la práctica

por los viajes realizados, determinar las horas por “las guardas” y por el Sol y echar el punto en la carta. Este programa que puede parecer sencillo, en el que está ausente la utilización del aparato matemático, hay que circunscribirlo a la época en que se diseñó, los conocimientos del momento, y la escasa preparación previa de los aspirantes a pilotos.

### 3.3.2.1.3. El Plan de 1552. El catedrático de Cosmografía: El intento de reorganización de la enseñanza náutica

A pesar de existir la figura del piloto mayor de la Casa de Contratación de Indias para formar y evaluar a los pilotos, la realidad en la que se fundamentaba la Real Cédula de 4 de diciembre de 1552, para la creación de cargo de catedrático de Navegación y cosmografía, fue que los pilotos no eran enseñados, ni tenían la habilidad suficiente para poder realizar los viajes a Indias con la debida seguridad para la vida de las personas ni las mercancías que transportaban:

Oficiales del emperador rey mi señor querresidis en la ciudad deseuylla enla casa de la contraon de las yndias sabed quenos somos ynformados que acausa deno ser en señados ytener abilidad queserrequiere en las cosas dela navegacion losMaestres y Pilotos denaos que navegan paralas indias se siguen muchos inconvenientes porque acausa por falta denoserdisestros el Piloto o el Maestre perderse el nabio quelleban acargo y prescer mucha gente y que para poder ser enseñados los Pilotos e Maestres seria cossa conveniente que obieseenesa casa cathedra en que se eleyese el arte de la navegacion y parte de la cosmografia [...]. (Pulido Rubio, 1950, pp.72-73)

Para la Cátedra de Cosmografía y Navegación se nombró a Gerónimo de Chaves (1523- 1574) hijo del piloto mayor Alonso de Chaves. La creación del cargo vino acompañada de la obligación de asistir durante un año a la lectura de la cátedra, la ubicación en donde se debía impartir la enseñanza, el establecimiento de un plan de estudios, así como el horario a seguir en los términos siguientes:

[...] y a los Pilotos y Maestres q- hobiesen denavegar nos elediese titulo ni fuesen examinados sin que hobiesen oydo unaño o la mayor del la dha ciencia [...]. [...].



[...] y visto el paresçer que vos otros cerca dello distes avemos acordado que en enessa casa aya la dha cathedra y que la sirva el bachiller geronimo de chaves que segund tenemos relación es persona abil y suficiente y el que conviene para ello [...]

[...] por ende yovos mando que leyendo en essa casa el dho geronimo de chaves ladha cathedra en navegacion y parte dela cosmografia [...]

[...]”I lo que el dho bachiller geronymo de chaves adeleer en la dha cathedra entre tanto que otra cosa se le manda es lo siguiente “Primeramente a de leer la sphaera o alo menos los dos libros della primero y segundo”.

“A de leer asy mismo para que sepan de memoria e por escrito en qualquier dia de todo el año quanto son de luna para saber quanto ya que ora les serala marea para entrar en los rrios y barras y otras cosas a essemismo tono que tocan ala practica y uso lo qual adeleer en essa casa dela contratacion leyendo cada dia unalicion o mas ala ora o oras que vos otros les señalarades q – sean mas convenientes para los que ansy ande oyr la dha facultad, fecha en moçon de aragon a quatro dias del mes de diciembre de mil quinientos e cinquenta e dos años, yo el principe, por mandado de su alteza Francº de ledesma de firmas y escrito y asentado lo siguiente: ....

“A de leer asy mismo el rregimiento q – trata del altura del sol y como se sabra y la altura del polo y como se sabra y todo lo demás que paresçera por el dho rregimiento”.

”A de leer asy mismo el uso dela carta y como se tiene de hechar punto en ella y saber siempre el verdadero lugar en que esta”.

”A de leer también el uso delos ynstrumentos y la fabrica dellos porque conozca en viendo un instrumento si tiene error”.

”Los instrumentos son los siguientes:

aguja de marear

astrolabio

quadrante

ballestilla

De cada uno destes ad saber la theoria esto es la fabrica y uso dellos”.

”A de leer assi mismo como sean de marcar la agujas para que sepan en qualquier lugar que estuvieren quanto es lo que el agujales nordestea o norwestea en el tallugar porque esta es una delas cosas mas ynportante que an menester saber por las equaciones y resguardos que an de dar quando navegan”.

”A de leer asy mismo el uso de un reloj general diurno y nocturno porque les sera mas ynportante en todo el discurso de la navegacion”.

“A delear asy mismo para que sepan de memoria e por escrito enqualquier dia de todo el año quanto son de luna para saber quanto yaque ora les se-  
rala marea para entrare en los rrios y barras y otras cosas a essemismo tono  
que tocan ala practica yuso lo qual a delear en essa cassa dela contratacion  
leyendo cada dia unalicion o mas ala ora o oras que vos otros les señalara-  
des q – sean mas convenientes para los que ansy ande oyr la dha facultad,  
[...]. (Pulido Rubio, 1950, pp. 73-75)

Esta cédula desarrollaba la enseñanza que debían recibir los pilotos, con una estruc-  
tura de plan estudios, en la que distinguimos tres bloques de contenidos: Astronomía y  
Geografía; Navegación Astronómica y Navegación de Estima y Costera.

Empleando la terminología actual, finalizado el curso con éxito, los pilotos habían  
adquirido las siguientes competencias:

- Calcular la latitud por altura meridiana del Sol.
- Calcular la latitud por la altura de la Polar.
- Determinar los rumbos para llegar de forma segura a los puertos.
- Determinar las horas por “las guardas” y por el Sol.
- Utilizar autónomamente el astrolabio, el cuadrante y la ballestilla para poder  
calcular la altura del Sol y de la Polar.
- Conocer de forma pormenorizada la ruta marítima a realizar.
- Echar el punto en la carta.
- Determinar la situación del buque utilizando las técnicas de la navegación de  
estima.
- Planificar las entradas y salidas de puerto, teniendo en cuenta las mareas (Tabla  
Lunar de Mareas).
- Utilizar autónomamente los instrumentos, las cartas náuticas planas, otros sistemas  
de información y datos necesarios para la planificación y control de la derrota.

En esta Real Cédula además de establecer los conocimientos necesarios para que los pilotos supiesen “echar el punto”, procuraba que recibiesen nociones elementales de Geografía y Astronomía, contenidas en la *Esfera*, obra que también se estudiaba en el *Cuadrivium* en las universidades como hemos comentado en el capítulo 1.

Considera Esteban Piñeiro (2012) que se trata de un programa muy amplio para ser cursado en un año, su condensación en dos meses produjo que muchos de los pilotos no contasen con la formación necesaria para ejercer la carrera, lo que implicó que:

En 1603, tras un informe del Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias y del Catedrático de la Academia de Madrid, se volvió a exigir que los aspirantes a pilotos acudiesen a las lecturas del Catedrático un año completo, tal y como había establecido la Real Cédula de Felipe II de 1552. (p.24)

No obstante, no hemos encontrado en el Archivo de Indias documentación que soporte que, a partir de 1603, se siguiese el requisito de oír la cátedra durante un año, al menos no en todas las ocasiones. El requisito de oír dos meses la lectura de la cátedra de cosmografía perduró mientras el piloto mayor de la Casa de Contratación efectuaba los exámenes de Piloto de la Carrera de Indias (Pintos e Ibáñez, 2019).

#### 3.3.2.1.4. El Plan de 1636 del Consejo Real de Indias

El Real Consejo de Indias se creó dentro del Consejo de Castilla por Real Cédula de 14 de septiembre de 1519. En 1524, bajo la presidencia del cardenal Juan García Loaysa y Mendoza (1478-1546), se organizó de forma independiente. Desde su creación, entre sus funciones se encontraban la ejecutiva, la legislativa, la judicial y la de asesoramiento al Rey en las cuestiones que afectaban a las Indias<sup>87</sup>. En el ejercicio de sus funciones

---

87 Sobre el Real Consejo de Indias destacamos la obra de Ernesto Schäfer *El Consejo Real y Supremo de las Indias su historia, organización y labor administrativa hasta la Casa de Austria (1935)*.

gubernativas en 1636, el Consejo Real de Indias estableció un plan de estudios de una duración de tres años, para la enseñanza de Cosmografía.

D. Felipe IV en la ordenanza 242 de 1636.

Que el cosmógrafo lea en las partes y lugares, horas y tiempos las lecturas que aquí se declara.

El cosmógrafo, que como catedrático leyere la cátedra de matemáticas: Mandamos que la lea en la parte que le fuere señalada ó señalare en nuestra casa y palacio, y cerca del consejo de las ludias todos los dias que le hubiere, una hora entera á la mañana en invierno desde nueve á diez, y en verano de ocho á nueve, mudando las horas cuando el dicho consejo las mudare, y gozando de vacaciones los dos meses de julio y agosto, y las de las pascuas que gozare el consejo, y no pueda tener ni tenga otra mas; y en lo que toca á las lecturas guar- el orden siguiente. El primer año, que comenzará por setiembre, desde principio de él hasta la Navidad, ha de leer la esfera de Sacrobosco y las cuatro reglas de aritmética, regla de tres, y sacar raíz cuadrada y cubica y algunas reglas de, y desde Navidad hasta fin de abril las teóricas de Purbaquio; y desde principio de mayo hasta las vacaciones las tablas de el señor rey don Alfonso. El año segundo desde principio de él hasta fin de febrero ha de leer los seis primeros libros de Euclides: y desde primero de marzo hasta fin de él, lea arcos y cuerdas, senos rectos, tangentes y secantes; y hasta fin de abril el libro cuarto de los triángulos esferales de Juan de Monte-Regio; y desde principio de mayo hasta las vacaciones, lo que alcanzare del Almagesto de Ptolomeo. El año tercero desde principio de el hasta la Navidad ha de leer cosmografía y navegación; y de navidad á pascua de Resurrección el uso del Astrolabio, declarando primero su fábrica; y desde ésta pascua hasta las vacaciones el modo que se debe tener en hacer observaciones de los movimientos del sol y luna, y los demás planetas. Y demás de esto en este dicho tiempo ha de enseñar el uso del radio globo y algunos otros instrumentos matemáticos, y con esto se acabará este curso; y en los de adelante cada tres años volverá á leer lo mismo. En los meses de vacaciones podra leer materias de relojes y mecánicas, con algunas máquinas, y dar á entender en qué consiste la fuerza de ellas, y otras cosas á este propósito. (Recopilación, 1841, vol. 1, p. 207)

Se trataba de un plan importante que intentaba dar al piloto una formación completa, de carácter científico técnico, en el que se incluían los conocimientos que según Esteban Piñeiro (2002) ya señalaba Juan Herrera (1530 – 1597) en 1588 sobre lo que

debían conocer los pilotos, consistentes en: el estudio de la Esfera, las teóricas de los planetas, la geografía de Ptolomeo, uso y fundamento del astrolabio, cuadrante, ballestilla y la aguja, además de la geometría de Euclides. Los elementos de Euclides es una obra compuesta por 13 capítulos con los siguientes contenidos: los libros del I al IV con 467 teoremas sobre geometría plana; del V al VI teoría de la proporción; del VII al X teoría de los números y del XI al XIII geometría del espacio. En la tabla 3.1, se detallan las materias contenidas en el plan y su duración. Se puede observar que la enseñanza se estructura de forma adecuada conteniendo los conocimientos necesarios para formar pilotos. Muy alejado en su estructura y contenido del plan vigente en la época, ideado por la Casa de Contratación de Sevilla, el programa de estudios diseñado por el Real Consejo de Indias en 1636 ha sido considerado por Arroyo (1989) muy completo: “hay que esperar a las enseñanzas impartidas en el Colegio de San Telmo, ya iniciado el siglo XVIII, para encontrar una estructura semejante” (p. 53). Más absoluto es Guillén Tato (1935) al considerar que es el mejor plan de estudios de náutica, cuando expresa:

Yo vuelvo a maravillarme de toda la seriedad de esta plan, quizá no superado relativamente en las actuales Escuelas de náutica; pero más bien para dolerme, acto seguido, al comunicaros que, mediado el siglo XVII, los tres años se convirtieron en tres meses, y hasta éstos se consideraron excesivos y quedaron reducidos tan sólo a uno [...]. (p.37)

Con respecto al tiempo de oír la Cátedra de Navegación en la Casa de la Contratación de Sevilla, como requisito previo para realizar el examen de piloto, ya ha quedado establecido en el epígrafe anterior, que el tiempo fue de dos meses incluidos los festivos, no hemos encontrado elementos objetivos que permitan considerar que se hubiese variado ese requisito en un sentido o en otro.

**Tabla. 3.1.** Cuadro asignaturas del plan del Consejo de Indias de 1636. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de (Recopilación, 1841)<sup>88</sup>.

Curso	Periodo	Contenidos
1 <sup>er</sup> año	Septiembre/ Navidad	La Esfera y las 4 reglas de aritmética, regla de tres y raíz cúbica
	Navidad/ Fin de Abril	Teórica del Sol y de la Luna de Jorge Purbaquio
	Mayo/ Fin de Junio	Tablas del Rey Alfonso
2 <sup>o</sup> año	Septiembre/ Fin de Febrero	Seis primeros libros de Euclides
	Marzo/ Marzo	Arcos y cuerdas, senos rectos, tangentes y secantes
	Abril/ Abril	El libro cuarto de los triángulos esferales de Juan de Monte-Regio
	Mayo/ Fin de Junio	Lo que alcance del Almagesto de Ptolomeo
3 <sup>er</sup> año	Septiembre/ Navidad	Cosmografía y Navegación
	Navidad/ Pascua de Resurrección	Uso y fabricación del astrolabio
	Pascua de Resurrección	Modo de hacer observaciones de Sol, Luna y demás planetas. Uso del radio globo y demás instrumentos matemáticos

No conocemos los motivos por los que no se puso en marcha, pero sin duda su elevado nivel, su duración, y el estamento al que pertenecían los que se dedicaban a la mar, que no les permitía estar largos periodos inactivos, debieron ser factores determinantes para que ni siquiera entrase en vigor.

88 Criterios que se han seguido para la elaboración del cuadro horario: 1. A efectos de calcular la fecha de Pascua de resurrección, consideramos el inicio del 1er año de docencia en 1637; 2. Pascua de Resurrección 1639 el 24 de abril; 3. Clases de una hora diaria de lunes a viernes; 4. Vacaciones los meses de julio y agosto; 5. Materias y horarios que señala la Ordenanza 242 de 1636.

### 3.3.2.2. Enseñanza impartida en el Colegio de San Telmo de Sevilla

En 1681, la cédula fundacional encomendaba al Colegio de San Telmo la enseñanza de las primeras letras, la artillería y la teórica del arte de la marinería, mientras que la enseñanza náutica impartida en el Colegio, así como los exámenes de piloto, estaban regulados en las ordenanzas de la Casa de Contratación de Sevilla, residiendo sus competencias en el piloto mayor y el catedrático de Cosmografía. Por lo que las clases de Cosmografía y Navegación quedaban encargadas a estos, así como los exámenes.

Que los Muchachos, ayan de ser enseñados a leer, escriuir, y contar, por ser preciso para los que sobresaliendo en hauilidad, llegaren a ser Pilotos, y a que se les enseñe, lo que en lo theorico, cupiere el Arte de la Marine-ria, y que tomen de memoria la Cartilla, o Quadernillo de Regimiento de Artilleria, compuesto por Andrés Muñoz, el bueno, y añadido por Juan Román de Enche, con que se hallaran más presto a hauiles para aplicarse al Manejo, y que el Artillero Mayor baya al Seminario los días, y a las horas, que le señalare el Presidente de la Casa de la Contratación, para que a los más adultos les enseñe con biua voz y demostraciones: y que también para los que pareciera pueden aprender la Cosmographía, y nabegación, ordene al Piloto Mayor, y al Cofmographo, que les lean, y enseñen en los días, sitios, y horas, que el dicho Presidente señalare, con comunicación del Mayordomo y Diputados de la Universidad.

Que en este Seminario, no se lea la Gramatica , ni enseñe otra facultad , más que las referidas, y la de fábrica de nauios en quanto permitiere la ocassión de los Varcos, y Vageles pequeños que se fabrican en Triana. (de las Barras de Aragón, 1935, pp. 40 - 41)

En esta primera etapa los requisitos para obtener el título de Piloto de la Carrera de Indias, continuaban siendo los establecidos en 1552, con la modificación de 25 de febrero de 1568, con lo cual el Colegio de San Telmo de Sevilla, se convertía en un centro de estudios destinado a preparar alumnos para superar los exámenes conducentes al título profesional. Así continuó hasta 1786, que mediante las Ordenanzas de ese año quedaba facultado para examinar y emitir títulos de piloto.

Sabemos por Jiménez (2002) que, desde los primeros años de funcionamiento del Colegio, para la enseñanza de la geometría especulativa y práctica, se acordó la utilización de la traducción de los *Elementos de Euclides* de J. Kresa, editada en castellano en 1689.

Por otra parte, García Garralón (2007) sostiene que la imperiosa necesidad de disponer de gente de mar, motivó que las enseñanzas náuticas impartidas a los santelmistas, al menos en los inicios del Colegio de San Telmo, no fueran las adecuadas, confiando la mayor parte al desempeño de la práctica a bordo de las embarcaciones. A la vez que nos aproxima a cuáles fueron las causas de la deficiente formación de los santelmistas durante los veinte primeros años del Colegio: los desplazamientos que tenían que realizar para oír la lectura de la cátedra y la burocratización de los cargos técnicos de la Casa de Contratación de Sevilla. Tanto fue así que, en 1703 el capitán de la Carrera de Indias Bartolomé Antonio Garrote escribió un memorial al Real Consejo de Indias en el que proponía mejoras para la administración del Colegio y la instrucción de los santelmistas mediante:

- La jubilación del catedrático de la Casa de Contratación de Sevilla, que debido a su vejez no podía leer la cátedra tres días a la semana por la tarde.
- La intervención en el Colegio del maestro mayor, del piloto mayor, cosmógrafo y artillero mayor provistos de sus instrumentos para que los santelmistas los aprendiesen a utilizar.
- El depósito de derroteros de los pilotos en el Colegio una vez finalizado el viaje, para la corrección de las cartas.
- La formación a bordo en el pilotaje, a cargo de los pilotos, de tres marineros, en cada viaje.
- La formación en artillería tres días a la semana por el artillero mayor.



- La inspección a bordo para controlar en número máximo de tripulantes.
- La conclusión de la obra del Colegio en un plazo de cuatro años, a la vez que se proponía para el cargo de mayordomo diputado del Colegio.

No fueron aceptadas las propuestas del capitán Bartolomé Antonio Garrote, pero la respuesta dada por el presidente de la Casa de Contratación de Sevilla, nos descubre por una parte, la dejación de funciones en la que habían incurrido los cargos técnicos de la Casa de Contratación de Sevilla, acusando de negligente la actuación del piloto mayor Francisco Antonio Orbe al no impartir la lectura de la cátedra, con menos dureza se refería al catedrático de Cosmografía Alonso de Bacas, pero alertaba que ambos tenía que ser amonestado, por otra parte, nos ofrece la información que por aquel tiempo ya había en el Colegio un joven maestro que es buen teórico y práctico, al que García Garralón (2007) le pone nombre y apellido, Pedro Manuel Cedillo.

En 1701, se nombró un maestro de Matemáticas, recogido como un hecho positivo por el *Compendio de las más individuales noticias [...] (1743)*, pero tardío, “[...] fi desde el principio de fu Creacion huvieran tenido dichos Colegiales Cathedratico; fueran muchos mas los aprovechados en dichas facultades”(p. 50). Durante la etapa como profesor del antiguo alumno Pedro Manuel Cedillo, la formación en San Telmo mejoró sustancialmente, reforzando la enseñanza impartida con la introducción de la geometría y la trigonometría aplicada a la navegación, como parte integrante de la formación del piloto. Entre los manuales escritos por Cedillo durante su estancia en San Telmo figuran: *Compendio de la Arte de navegacion (1717)* y *Trigonometria aplicada a la navegacion (1718)*, escritos específicamente para ser usados en la enseñanza de los colegiales de esta institución. El *Compendio*, que fue reimpresso en 1730, sirvió también como texto en la Academia de Guardiamarinas de Cádiz, en la que Cedillo enseñó a partir de 1724. En 1745, publicó el *Tratado de la Cosmographia y Nautica* que fue reimpresso en 1777:

no tenía más pretensiones que las de recoger clara y ordenadamente la formación elemental que debía poseer un Piloto. La práctica real del pilotaje en ese momento [...] estaba aún reducida, en esencia, a algunos principios elementales, sin recurso a las complicadas matemáticas y las difíciles observaciones que se harían inevitables en la última parte del siglo. (Sellés, p. 154)

La labor de Cedillo fue continuada en el Real Colegio Seminario de San Telmo por Sánchez Reciente y por Barreda que escribieron libros de textos que, junto al *Compendio de las más individuales noticias de el Real Colegio Seminario de San Telmo de niños huérfanos [...]* (1743), nos acercan a la formación que recibieron los santelmistas en esta etapa para obtener el título de piloto:

[...] Y al mismo tiempo se les enseña a leer, y escribir en la Escuela, de donde estando ya hábiles, pasan a la Clase de Mathematicas, en la que se les explica la Arithmetica inferior, y superior, y (si hay algunos adelantados) el Algebra, instrucción de la Artilleria, Geometria, Trigonometria Plana y Esferica, y Explicacion de los Globos Terraqueo, Celeste: Nautica, con la explicación de los instrumentos, y usos de ellos: Astrolabio, Ballestilla, Quadrantes de observacion, y reduccion, Cartas, asimismo la de grados iguales, como la de grados crecidos, o reducida: Aguja, y Escalas, Plana, Artificial, todas estas Ciencias, en la parte, que de ellas se necesita en la Navegacion: y estando suficiente en ellas, se embarcan, para que con la experiencia se perfeccionen, no habiendo edad prefijada: por que se atiende a la mayor, o menor habilidad de los Muchachos: y siendo el instituto solo el fin de la Navegacion, no hay en el Colegio mas clase de otra habilidad, que a ella no pertenezca. Los Maestros, que lo enseñan son quatro, uno, que es Cathedratico en la Clase y los otros tres de la Escuela, para las Artes de escribir, y leer, y Doctrina Christiana. (p. 6)


El programa que se impartió durante esa etapa en el Colegio de San Telmo, fue mucho más amplio que el que exigía el vigente plan de 1552, introduciendo, al menos al final de la primera etapa, el estudio de la aritmética, la geometría y la trigonometría plana y esférica, a la vez que se estudiaba el empleo del cuadrante de reducción y la corredera. En consecuencia, López Piñero (1979) cuando se refiere a la estructura del Colegio de San Telmo de Sevilla como institución, considera que fue la anticipación a los centros ilustrados del siglo XVIII, y con respecto a la formación que se impartía a los pilotos, le pone el sello de “científica”, cuando dice. “Recogía a niños huérfanos, que convertía en pilotos con una sólida formación científica.”. (p. 455)

### 3.3.2.3. Enseñanza en la Escuela de Náutica de Bilbao

Las Ordenanzas de la Casa de Contratación de Bilbao de 1737, como hemos comentado anteriormente, tratan de las obligaciones de los capitanes, maestros o patronos, pilotos, contra maestros y marineros, especifican sus obligaciones y los requisitos de obtención del título de piloto. Pero, no fue hasta 1739 cuando se inició el establecimiento de una escuela de matemáticas, nombrando profesor en 1740 al capitán de fragata José Ibáñez de Rentería (1699 – 1760) y en 1742 fue nombrado profesor de Matemáticas y náutica el piloto particular Miguel Archer.

El curso en el Museo Matemático de Bilbao se inició el 10 de agosto de 1742 (véase figura 3.2.).

**DON MIGUEL ARCHER MENOR,**  
**MAESTRO HYDROGRAPHO,**  
 DEL MUY NOBLE, Y MUY LEAL SEÑORIO DE VIZCAYA;  
**N. VILLA DE BILBAO,**  
 Y SU CASA DE CONTRATACION.

 El día 30. de Agosto de este presente Año de mil setecientos y quarenta y dos, empezará à dar Leccion en su MUSEO, en esta Noble Villa de Bilbao. Y para la perfeccion de la Nautica, enseñará lo siguiente.

En la TRIGONOMETRIA PLANA Rect-angula, y Obliq-angula, se enseñará los Problemas, y Theoremas de los Elementos de Euclides; necesarios para la perfeccion de esta Ciencia, con un metodo breve, y facil, para la solucion de sus casos.

En la ASTRONOMIA, y GEOGRAPHIA, se enseñará la ANALEMMA, la GEOMETRIA ES-PHERICA, las Proyecciones STEREOGRAFICAS, la TRIGONOMETRIA ES-PHERICA Rect-angula, y Obliq-angula, la Construcccion de los Mapas, y los Elementos de la CHRONOLOGIA.

En la NAUTICA, se enseñará la Navegacion plana, Paralela, Media paralela, Mercatoris, y la del gran Circulo; con un Metodo nuevo para tener el Diario en la Mar, segun qualquiera de las Navegaciones suso dichas.

Tambien se enseñará la GEOMETRIA PRACTICA, PLANOMETRIA, y STEREOMETRIA.

**LOS INSTRUMENTOS QUE SE HAN DE USAR, Y EXPLICAR**  
*son las siguientes.*

[ La Escala plana, la Logaricima single, y doble, el Sector, la Medalla Nautica, el Quadrante de Reduccion, el Quadrante Ingles, el Océante, la Ballestilla, el Nocturno, el Compás Azimuth, el Astronabio, el Theodolite, la Tabla plana, el Semi-Circulo, y diferentes generos de Quadrantes, para tomar Alturas, y Angulos en Tierra.

Tambien se enseñará el modo de resolver todos los casos que ocurren en el Mar, por)mera inspeccion en Tablas.

Todo lo qual dicho Don Miguel Archer, está obligado à enseñar *gratis* à todos los Hijos, y Naturales de este M. N. y M. L. Señorío, à quienes suplica acuda à su MUSEO; y promete dedicarle à su Enseñanza con todo empeño; no dudando, que con esto, y su aplicacion, logrará el desempeño à su Obligacion, en que le ha puesto la Liberalidad, y Honea recibida de dicho Illustre Señorío, Noble Villa de Bilbao, y su Universidad, y Casa de Contratacion.

Previene, que ninguno será recibido à la Enseñanza, sin Papel, ò Cedula de una de las tres Comunidades

---

*Dará Leccion por la mañana, de las nueve, hasta las diez, y por la tarde de las tres, hasta las cinco horas.*

Figura 3.2. Cartel anunciador de las lecciones en el Museo Matemático de Bilbao, 1742. Fuente: AGSM, SM, Leg. 0212.

A pesar del parecer de Arroyo (1989) sobre los estudios impartidos en la Escuela Náutica de Bilbao cuando dice: “Es evidente que por un anuncio no puede enjuiciarse un plan de estudios con rigor” (p.78), partimos del anuncio, al igual que lo hacemos de los programas formativos o de los ejercicios literarios, para intentar determinar el alcance de los conocimientos impartidos en determinados estudios, en este caso, el correspondiente a la formación de los pilotos en el Museo Matemático de Bilbao.

A partir del anuncio, se desprende que se trató de estructurar un programa formativo fundamentado en cimentar los conocimientos matemáticos a través de la inclusión en el programa de los elementos de Euclides, que junto con la trigonometría plana y la esférica constituían una completa introducción a los estudios náuticos, que posibilitarían comprender los conceptos matemáticos y ser capaces de deducirlos.

En astronomía y geografía incluían los conceptos y nociones iniciales que hay que saber antes de iniciarse en la navegación, así como en la trigonometría esférica rectángula y oblicuángula, lo cual permitía adentrarse en el estudio de la astronomía de posición. Lo completaba con la ampliación de la geometría del espacio, visto ya en los elementos de Euclides, la enseñanza de las proyecciones estereográficas, la construcción de cartas, simbolización y clasificación.

Programa la derrota loxodrómica, la navegación por estima, resolviendo el cálculo de las variables: diferencia en latitud, diferencia en longitud, apartamiento y distancia por trigonometría plana. También introduce en el programa la cumplimentación del Diario de Navegación.

Junto con los instrumentos de tomar alturas tradicionales estudia el octante, que en el momento de inicio de las clases en el Museo era de reciente invención. Y la forma de resolver los problemas por tablas.

Finaliza el anuncio con el detalle de los horarios en los que se impartirán las clases: “Daré lección por la mañana, de las nueve, hasta las once, y por la tarde de las tres, hasta las cinco horas” (AGSM, SM, Leg, 0212).

Al analizar este programa de estudios, se hace difícil no relacionarlo con el ideado por el Consejo de Indias (1636). La similitud entre las materias de contenido matemático del plan de 1636 de Consejo Real de Indias y las del plan de 1742 de la Escuela de Náutica de Bilbao, nos hace plantearnos si Archer pudo inspirarse en ese programa y adaptarlo a su tiempo.

En el periodo en el que se creó la Escuela de Náutica de Bilbao, desconocemos cómo se realizaban los exámenes para piloto en la casa de Contratación de Sevilla, pero aunque no podemos considerar que resulte un examen conducente a la obtención del título de piloto, por su importancia para poder establecer la posible diferencia formativa, que significaba la implantación del programa formativa en la Escuela de Náutica de Bilbao, exponemos aquí el contenido de un certificado emitido en 1733 por el director de la Academia de Guardiamarinas, que a la vez ostentaba el cargo de piloto mayor de la Casa de Contratación, titulado: “Certificado a favor del Capitán Don Luis Roche”:

Certifico que habiendo hecho diversas preguntas al Capitan Don Luis Roche sobre la theorica y la practica de la navegación, me ha respondido adecuadamente de diversos modos de navegación, como son el cuadrante de reducción y las escalas planas y artificial y la trigonometría. Y por lo que mira a lo practico soy informado que dos pilotos de Navios de su Magestad que han conocido al sobredicho mandando Navios debajo vanderá francesa assí de los Marchantes, como en Corzo, representando asimismo que la común fama de dicho sujeto es que a tenido grandes aciertos en la navegación siendo capitan de dichos Navios, habiendo sido tan general en la Navegacion que ha cursado todas las que generalmente, se practican como la de las Americas, India Oriental, China y Filipinas, y la de las Costas de Africa y Europa, todo lo cual me parece ser apto, y capaz para el empleo que S.M. fuere servido darle: Y para que conste donde combenga doy la presente en dicha Real Academia de la Referida Ciudad de Cádiz a en catorce de Agosto de mil setecientos treinta y tres. (p. s.n)

De la lectura del certificado, se desprende que se seguían los criterios marcados por la Casa de Contratación, en cuanto a los exámenes de pilotos y maestros, salvo la condición de oír dos meses la lectura de la Cátedra de Navegación que, por otra parte, no tenemos constancia que, esta se efectuase a partir de 1717. Realiza las preguntas correspondientes a la navegación teórica y práctica, comprueba mediante testigos que cumple el requisito de haber efectuado las navegaciones pertinentes y al final emite el certificado de aptitud lo que, en este caso, no especifica para que cargo, pero no cabe interpretación sobre que se trata para mando de buques, tanto sea de piloto como de capitán. Elementos que nos indican el bajo nivel de exigencia establecido por la Casa

de Contratación de Sevilla y la superficialidad con la que se verificaban los conocimientos náuticos. Este formato clásico de instrucción y examen de pilotos basado en la experiencia, que continuaría incluso una vez aprobadas las OGA, 1748, a las que se hará referencia más adelante, contrasta con la enseñanza impartida por Archer, en la que adoptaba los métodos de posicionamiento en la mar mediante el empleo de las matemáticas y la utilización de los instrumentos más modernos del momento, alejándose de las reglas nemotécnicas y de los instrumentos de tomar alturas utilizados en los tratados de navegación clásicos, situando a la Escuela de Náutica de Bilbao en la vanguardia de la formación náutica del momento.

### 3.3.3. Exámenes

En la Cédula fundacional del cargo de piloto mayor de la Carrera de Indias, expresaba que se instituía esta figura para enseñar y examinar a los pilotos, fijaba el lugar en donde debía enseñarlos, y establecía que tenía que cobrar por impartir las lecciones “mandamos que les enseñéis en vuestra casa, en Sevilla, a todos los que quisieran saber, pagandovos vuestro trabajo” (Pulido Rubio, 1950, p. 67).

Quedaba constituido el cargo: piloto mayor de la Carrera de Indias; consultados: Medina (1908), Pulido Rubio (1950), Navarro García (1969), López Piñero (1986) o Arrollo (1989), no hemos encontrado información que detalle cómo era el examen ni el procedimiento que se seguía, hasta la emisión de la Real Cédula de 2 de agosto de 1527, en la cual se especificaba el lugar donde se debían celebrar los exámenes, la composición del tribunal, y los procedimientos.

que al tiempo del examen de cada cual piloto, se ayuntarán en casa de vos, el dicho piloto mayor, todos los pilotos que hobiere á la sazón en la dicha ciudad de Sevilla, para el día é hora que el dicho piloto mayor les señalare, é así ayuntados, cada cual por su ciencia harán al que se quisiere examinar dos preguntas de lo tocante á la dicha arte de pilotaje, é será obligado á responder é absolvellas. (Medina, 1908, vol. 1, p.505)

Constituido el tribunal, se realizaban las preguntas, una vez terminada la ronda de preguntas se pasaba a votar, en función de la mayoría de los votos se daba o no el grado de piloto y se le expedía la carta de examinación. Siguiendo a Medina (1908) y Pulido Rubio (1950) no cabe ninguna duda que el centro de enseñanza y examen en esta etapa continuaba siendo la casa del piloto mayor, como así lo determinaba la Real Cédula de 6 de agosto de 1508 “[...] mandamos que les enseñéis en vuestra casa, en Sevilla, a todos los que lo quisieren saber, pagandovos vuestro trabajo; [...]” (Pulido Rubio, 1950, p. 462) y lo confirmaba la Real Cédula de 2 de agosto de 1527, al referirse al lugar donde se celebraron los exámenes, quien debe asistir y del número de cuestiones a preguntar. Al realizarse los exámenes en la casa del piloto mayor considera Navarro García (1967) que estaban desprovistos de carácter oficial, que las clases se estipulaban por contrato verbal entre las partes y cuando se consideraba que los aspirantes a pilotos estaban preparados, se les expedía el título de piloto de la Carrera de Indias, “mediando o sin mediar examen”, en este mismo sentido Pulido Rubio (1950) considera que adquieren carácter oficial cuando se ordena que se realicen en la Casa de Contratación. Lo que no parece probable es que se expidiesen títulos de piloto de la Carrera de Indias, sin el preceptivo examen, ya que la referida Real Cédula de 2 de agosto de 1527, establecía entre otras condiciones, además del piloto mayor, la presencia de todos los pilotos que hubiese en la ciudad de Sevilla, así como la de escribano público para recoger los votos secretos y extender la carta de examen teniendo que firmarla junto con el piloto mayor, expresando el detalle de todas las particularidades ocurridas (Pulido Rubio, 1950).

Según afirma Pulido Rubio (1950) a Alonso de Chaves se le concedió por Real Cédula de 21 de agosto de 1528, dar clases en su posada, como ya lo venía haciendo y estima que las enseñanzas que impartía eran sobre el astrolabio, el cuadrante y la carta de marear, el tratado de la esfera, que preparaban al aspirante a piloto de la Carrera de Indias para superar el examen. La Ordenanza 128 de la Casa de Contratación de Sevilla,



ordenaba que el examen se realizase en la casa de la Contratación, al no cumplirse el mencionado precepto, Pulido Rubio (1950) indica que llevó al comendador Diego de Zárate a petición del cosmógrafo Sancho Gutiérrez a recordar que ciertos capítulos de las ordenanzas de 1543, que había hecho el licenciado Gregorio López y en concreto el referente al de la realización de los exámenes en la Casa de Contratación no se cumplían. Las clases se siguieron realizando en la casa del piloto mayor hasta el 21 de enero de 1553 en que quedo habilitada la capilla de la Casa de Contratación, lugar designado para la impartición de las clases (Pulido Rubio, 1950).

De acuerdo con las Ordenanzas de la Casa de Contratación de Sevilla de 1553, las instrucciones que tenían que observarse en los exámenes de pilotos eran las siguientes:

Lugar de examen: La Casa de la Contratación de Sevilla<sup>89</sup>

Requisitos: Oír dos meses la Cátedra de Navegación<sup>90</sup>; natural de estos Reinos<sup>91</sup>, mayor de 24 años de edad, de buenas costumbres, haber navegado a las Indias como mínimo durante seis años, presentación de cuatro testigos de los cuales como mínimo dos debían ser pilotos con los que debía haber navegado y con disposición de encomendarle su barco en caso de necesidad<sup>92</sup>

Tribunal de examen: El piloto mayor, dos cosmógrafos y los pilotos presentes en la ciudad (no inferior a seis)<sup>93</sup>. El piloto mayor se dispondrá en el centro, el cosmógrafo más antiguo a su derecha, el más moderno a su izquierda y los demás pilotos por orden de antigüedad<sup>94</sup>.

---

89 Artículos 128 y 143 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

90 Real Cédula de 25 de febrero de 1568.

91 AGI. Indiferente, 1961, L.3, F.183R-183V.

92 Artículo 135 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

93 Artículo 128 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

94 Artículo 134 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

Procedimiento: El piloto mayor y los cosmógrafos podían hacer el número de preguntas que considerasen oportuno, mientras que los pilotos sólo podrían realizar tres preguntas<sup>95</sup>. En el examen de pilotos el piloto mayor y cosmógrafos votaban por haba y altramuces, si salían más habas que altramuces el piloto resultaba aprobado y reprobado en caso contrario y de empate<sup>96</sup>.

Conocemos cómo se realizaban los exámenes para pilotos en la Casa de la Contratación por lo expresado por Navarro García (1967) que nos acerca al manuscrito que realizó Alonso de Chaves de 1560 a 1561 sobre *Relación de la orden que observaba en el examen y admisión de los pilotos y maestros de Indias en Sevilla*, que resulta esclarecedor para poder determinar el grado de aplicación del plan de estudios de 1552, cuando se refiere a las preguntas que les hacía a los aspirantes a pilotos, dice: “[...] yo les hago todas las preguntas que me parecen ser necesarias en las reglas del sol y el norte, lunas y mareas, instrumentos, sondas y derrotes, y echar punto de la carta y uso de ellos [...]” (p. 247). Por lo que se deduce, que el nivel de exigencia en los exámenes de los pilotos, poco había variado con respecto al de 1527, a pesar de haber confeccionado un plan de estudios, que podía considerarse adecuado para su tiempo, pero por las razones que se expusieron en el capítulo 1, se acortó de forma drástica el periodo de oír la cátedra, lo que debió implicar acortar en la misma medida los contenidos. Con lo cual la reorganización de los estudios queda cuestionada, al quedar prácticamente los mismos contenidos que en la Cédula de 1527.

Expedición del título: Al aprobado se le expedía título con especificación de cómo fue examinado<sup>97</sup>.

En el caso particular de la Escuela de Náutica de Bilbao, para la obtención del título de piloto se regían por el capítulo LXXIII de las Ordenanzas de la Casa de Contratación

---

95 Artículo 137 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

96 Artículo 139 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

97 Artículo 128 de las Ordenanzas reales para la Casa de la Contratación de Sevilla de 1553.

de Bilbao (1737). Para realizar el examen de piloto, los alumnos debían presentar ante el tribunal examinador un certificando expedido por profesor capacitado en el que constase haber estudiado el arte de navegar durante un periodo mínimo de seis meses y haber navegado dos años con capitanes y pilotos examinados, llevando punto y rumbo. El periodo de prácticas de mar se podía efectuar indistintamente, antes o después del periodo de estudio. Aprobado el examen se le expedía el título de piloto.

Finaliza esta primera etapa de la formación de los pilotos dos centros examinadores, la Casa Contratación de Sevilla y la Escuela de Náutica de Bilbao. La Casa de Contratación continuó examinando hasta 1748 que se creó el Cuerpo de Pilotos de la Armada. Por otra parte, la Escuela de Náutica de Bilbao realizó exámenes y expidió títulos de piloto desde el inicio de su actividad, amparada en las Ordenanzas de la Casa de Contratación de Bilbao de 1737. Al promulgarse la ley de 12 de julio de 1783 por la que se facultaba a los maestros de las Escuelas con Real protección a examinar y aprobar pilotos, el Consulado de Bilbao solicitó se admitiese bajo Real protección a su Escuela de Pilotaje, siéndole concedida con fecha 13 de diciembre de 1784 (AGMAB, 366. Cuerpo de Pilotos). Por lo que, la Escuela de Náutica de Bilbao realizó exámenes para piloto durante todo el periodo que comprende esta memoria.

### **3.4. SEGUNDA ETAPA DE LA FORMACIÓN DE LOS PILOTOS 1748-1790. LA MILITARIZACIÓN DE LA FORMACIÓN**

Esta segunda etapa se caracteriza por la desvinculación de la formación de los pilotos de la Casa de Contratación de Sevilla y su dependencia total de la Marina de guerra a través de la promulgación de las OGA, 1748.

En virtud de estas Ordenanzas, se crearon Escuelas Departamentales de Navegación en Cádiz, Cartagena y Ferrol en donde se formaron los pilotos de la Armada, y hasta

1783 centros examinadores para los pilotos particulares. Después de esta fecha, las Escuelas particulares con Real aprobación pudieron formar y examinar a los pilotos, pero la influencia de la Marina de guerra en la formación de los pilotos continuó mediante su vinculación a las OGA, 1748 y al Plan Wintuysen (1790).

### **3.4.1. Centros docentes de formación de pilotos**

Durante la segunda etapa se crearon las Escuelas Departamentales de Navegación (1748), así como las Escuelas Particulares de Náutica que, siguiendo el ejemplo de la de Bilbao, se fundaron en algunos puertos como Barcelona (1769), Arenys de Mar (1779), Mataró (1781), La Coruña (1790) o Santander (1790), que se sumaron a los centros existentes. En 1787 también se fundó el Colegio de San Telmo en Málaga, réplica del modelo sevillano.

En esta sección incluiremos a las Escuelas Departamentales de Navegación por ser su modelo de enseñanza el proyectado para los pilotos, tanto los de la Marina de guerra como para los de la mercante, a los Colegios de San Telmo y a la Escuela Náutica de Barcelona, porque, a pesar de depender la enseñanza de la Marina de guerra, tenían sus propios proyectos educativos. Sin embargo, no trataremos la Escuela Náutica de Bilbao, ya que durante esta etapa continuó su modelo educativo anterior y, ya integrado en las Escuelas con Real protección, en 1790, incorporó a la enseñanza en ese centro el plan Winthuysen.

#### **3.4.1.2. Escuelas Departamentales de Navegación**

Para formar a los pilotos de la Armada se crearon tres Escuelas de Navegación de acuerdo con el artículo XXXV del título primero del tratado cuarto de las OGA, 1748.

Para enseñanza de la Hydrographia , ò Arte de Navegar mando , que en cada una de las Capitales de los tres Departamentos fe establezca Escuela , y que para cada una fe nombren dos Profefores , ò Maeftros ; fiendo del cargo del Piloto mayor proponer los fugetos , que conociere idóneos para fu desempeño , á quienes despachará el Director General de la Armada los nombramientos respectivos , despues de haver obtenido aprobacion mia. (pp.172 - 173)

Estas escuelas tenían su sede en la capital del Departamento Marítimo correspondiente: Cádiz, Ferrol y Cartagena. Aunque establecida su constitución en 1748, como sostiene Arroyo (1989), fue en 1751 cuando los maestros iniciaron la docencia de forma interina hasta que, en 1752, a propuesta del Marqués de la Victoria, se nombraron los cuatro primeros maestros, los cuales eran pilotos de la Armada:

- D. Francisco Ximenez Parrado: para maestro principal de la Escuela de Navegación del Departamento de Cartagena.
- D. Isidoro de los Reyes y Vallejos: para maestro principal del Ferrol.
- D. Roberto Rositer: para segundo de Cartagena.
- D. Sebastián Durán: para segundo de la de Cádiz. (pp. 80 – 81)

La dotación de docentes en las Escuelas Departamentales fue evolucionando a lo largo del periodo comprendido en esta memoria. Según el *Estado General de la Real Armada* de 1800 establecía la siguiente:

#### CÁDIZ

- Primer maestro: El teniente de navío graduado D. Francisco Gómez.
- Segundo maestro: El alférez de navío graduado D. Julián Machado.
- Tercer maestro: El teniente de navío graduado D. Pedro Martínez Rivelles.
- Maestro supernumerario: El pilotín del número D. Joseph Volante.

#### FERROL

- Primer maestro: El teniente de fragata graduado D. Dionisio Macarte.
- Segundo maestro: El alférez de fragata graduado D. Vicente Ferrer.

#### CARTAGENA

- Primer maestro: El teniente de fragata graduado D. Eugenio Noyrat.
- Segundo maestro: El segundo piloto D. Joseph Cáceres.

Tercer maestro: El alférez de fragata graduado D. Agustín Berlinguero.

Las Escuelas Departamentales de Navegación continuaron funcionando, formando pilotos para la Armada y examinando a los de la marina mercante, convirtiéndose, con la entrada en vigor del plan Winthuysen (1790), que desarrollaremos en este capítulo, en requisito preferente el pertenecer al Cuerpo de Pilotos de la Armada para poder optar a las plazas de maestro de las distintas Escuelas de Náutica que se fueron creando en España a lo largo del siglo XVIII, por lo que estos centros fueron las canteras en donde se formaron los futuros profesores de las Escuelas de Náutica:

Por consecuencia del anterior artículo deben contar las Escuelas particulares de dos profesores, y habiendo muchos en el Cuerpo de Pilotos de la Armada capaces para desempeñar éste encargo, y que por sus achaques no pueden navegar con el respectivo aviso que proviene el artículo 1º se destinará uno de la clase de los Primeros que con el sueldo de 400 ducados anuales por la Escuela, pase a ser el Primer Maestro de élla, y otro de los mismos ó de los Segundos que con el sueldo de 300 pase a excercer la Plaza de Segundo Maestro. (MNM. Ms. 899, doc. 1, fol. 2)

### 3.4.1.3. Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga (1748-1790)

El aumento experimentado en el comercio marítimo de Indias, provocado por una parte por el Reglamento dado en 12 de octubre de 1778<sup>98</sup>, que puso fin al monopolio comercial produciendo un aumento importante del tráfico marítimo entre España

---

98 Con la firma de Tratado de Utrech 1713 se estipuló conceder a Inglaterra el navío de permiso (derecho limitado a comerciar con las Indias españolas) y el asiento de negros (permiso para comerciar con esclavos en las Indias), aunque se cancelaría por el tratado de Madrid 1750. Este hecho causaría el inicio de la libertad del comercio con América, aunque con el traslado de la Casa de Contratación de Sevilla a Cádiz se seguiría promoviendo el monopolio. La autorización en 1718, al archipiélago Canario para exportar anualmente 1.000 toneladas con destino a 7 puertos americanos traería una serie de permisos para navíos de registro, desembarcando de una forma muy lenta, en el fin del puerto único, mediante R.D., de 16 de Octubre de 1765, para acabar estableciendo la libertad de comercio con América, en R.D. de 1778. La libertad de comercio con América es analizada por Vicens Vives (1977) en el capítulo 39, La libertad de comercio con América: factores y etapas; las leyes de 1765 y 1778. Desarrollo de la actividad comercial hispanoamericana a fines del siglo XVII, pp.524-528.

y América<sup>99</sup>, lo que implicó una mayor demanda de buques dedicados al comercio atlántico, y una necesidad de pilotos para dirigirlos, junto a la intención de dotar de una mejor preparación a los pilotos<sup>100</sup>, así como un mayor número de escuelas para su formación y de mejor calidad y, por otra, la separación entre la Universidad de Mareantes y el Colegio de San Telmo de Sevilla<sup>101</sup> fueron los factores que motivaron las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786<sup>102</sup>, que, a través de una introducción y 259 artículos correspondientes a 46 apartados, tratan de la naturaleza, fines y funciones del Colegio:

Los aumentos considerables que ha recibido la contratacion y navegacion de Indias en virtud del Reglamento dado en 12 de Octubre, y de otras disposiciones sobre libertad y extension de Comercio, alivio de derechos, y simplicidad en su cobranza; exigen mayor número de gente instruida en la ciencia náutica, y que se mejoren y multipliquen las escuelas para su enseñanza. (Ordenanzas, 1786, p.1)

Las plazas ofertadas se aumentaron hasta 200 colegiales, de las cuales 150 correspondían a colegiales de número y 50 a porcionistas. Los requisitos exigidos a los colegiales de número consistían en: tener entre 8 y 14 años, de buena salud, naturales de España e Indias preferiblemente de los de Sevilla, hijos de familia sin antecedentes, pobres, huérfanos de padre y madre, en su defecto los de padre, hijos de pilotos o gente de mar, entre ellos los mejores instruidos en las primeras letras. Las vacantes se publicaban en los lugares públicos de Sevilla, el director, capellán y catedráticos de Matemáticas y

---

99 Vicens Vives (1977) señala que: es un hecho reiteradamente citado que a consecuencia de la libertad de comercio otorgada en 1778 aumentó portentosa y rápidamente el volumen del tráfico entre una y otra costa del océano Atlántico. Sin embargo no podemos medirlo científicamente, pues nos faltan cifras estadísticas adecuadas, las cuales, por otra parte, deberían rectificarse con la tendencia alcista de la coyuntura y el efecto causado por el final de la guerra con Inglaterra de 1779 a 1783, que permitió liberar considerables mercancías en 1783-1795. (p. 527)

100 Arroyo (1989) y Sellés (2000) consideran que la enseñanza impartida en el Colegio de San Telmo de Sevilla, no puede calificarse de brillante.

101 Este asunto, así como el declive y extinción de la Universidad de Mareantes es recogido por García Garralón (2007, pp. 33-128).

102 Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786, pp.1-2.

Facultades náuticas y el maestro de primeras letras, evaluaban los méritos de los candidatos por votos secretos, asignando posiciones en función de los votos obtenidos, confeccionada la lista el director la elevaba al Rey quien designaba las plazas. El término de permanencia en el Colegio era de diez años con la obligación de servir en la Marina Real y la de Indias.

Las condiciones de ingreso establecidas para los porcionistas coincidían, con los de número en ser naturales de España e Indias y tener entre 8 y 14 años, las diferencias notables estaban en que los porcionistas para ingresar la solicitud se hacía por memorial al director que remitía con su informe al Rey que era quien decretaba la autorización de ingreso, por su estancia pagaban cuatro reales diarios y la permanencia en el Colegio dependía de la voluntad de sus padres.

Las funciones de las Ordenanzas estaban las de organizar y supervisar la enseñanza que se impartía, proporcionar el embarque a los colegiados una vez finalizados los cursos y expedir los títulos a pilotines y pilotos egresados<sup>103</sup>. Para lo cual contaban con un director nombrado por el Rey, al cual se le requerían conocimientos de las ciencias matemáticas, así como de los demás conocimientos que se impartían en el Colegio<sup>104</sup>, bajo su cargo estaba el claustro de profesores y el capellán, así como el resto de personal<sup>105</sup>. El claustro de profesores estaba compuesto por: cuatro catedráticos de Matemáticas, un maestro de primeras letras y su ayudante, un maestro de Dibujo, un maestro de Lengua inglesa, un maestro de Lengua francesa. También se contaba con todo el personal necesario para la atención de los seminaristas, ya que estos estaban en régimen de internado.

---

103 Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786, pp.121-122.

104 Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786, pp.14. Para el cargo de director fue nombrado don Antonio Ramos, Presbítero, Individuo de la Real Academia de la Historia, de la de Barcelona y Sevilla, Socio de Mérito de la Real Sociedad Médica de ella y de la Patriótica de Vélez-Málaga, tal como aparece en la portada de Ejercicios Literarios de los Alumnos del Real Colegio de San Telmo de febrero de 1799.

105 Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786.



Siguiendo las líneas marcadas en las Ordenanzas de San Telmo de Sevilla de 1786, en lo que respecta a crear nuevos colegios con las mismas normas en algunos puertos habilitados, a fecha a 1 de junio de 1787 en Málaga se inauguró con toda solemnidad un Colegio de San Telmo (Grana Gil, 1995), con similares Ordenanzas que las establecidas para el de Sevilla. Las *Ordenanzas de los Colegios de San Telmo* fueron reformadas en 1788, en la que se modificaron los planes de estudio y en 1794 se refundieron las Ordenanzas de los Colegios de Sevilla y Málaga. Lo que significaron los Colegios de San Telmo, la enseñanza que impartieron, en referencia a las Ordenanzas de 1786 y 1788, Santos Arrebola (1992) lo resume de la siguiente forma:

En un momento en que la enseñanza de la escolástica se encontraba todavía aferrada en algunas universidades españolas, el Colegio de San Telmo dio un avance en el estudio de las ciencias útiles, incentivando la investigación y preparando a los estudiantes para que llegaran a ser buenos profesionales, tanto en el grado de pilotines como en el de pilotos. Y en sus viajes de navegación al Nuevo Mundo dieron ejemplo de preparación y destreza. De esta forma la Ilustración Española vio cumplida una realidad que fue modelo en su época. (p.477)

A lo que Domínguez (1996) añade que tanto en San Telmo como en la Academia de Guardiamarinas de San Fernando se enseñaban las matemáticas superiores cuando en casi ninguna Universidad se hacía. Pese a lo que significaron en su época, dejaron de funcionar en 1847 el de Sevilla y en 1849 el de Málaga.

#### 3.4.1.4. Escuela de Náutica de Barcelona

La Junta de Comercio de Barcelona<sup>106</sup> creó en 1769 la Escuela de Náutica en esa Ciudad a instancias del memorial presentado por Sinibaldo Mas (1735 – 1806), que fue nombrado primer director del establecimiento. Arroyo (1989) refiere que el compromiso inicial adquirido fue de 4 años, aunque Sinibaldo Mas fue el director de la

---

106 Creada en 1758, siendo aprobadas sus ordenanzas en 1763. Véase Ruiz y Pablo (1919).

Escuela hasta su muerte, que le sucedió Fray Agustín Canellas (1765 – 1818), a pesar de los esfuerzos realizados por el segundo maestro Manuel Sans para sucederle y por Sinibaldo Mas para que su sucesor fuese su hijo Rafael (1771 – 1840). Ruiz y Pablo (1919) sostiene que la fundación de una Escuela para la formación de los pilotos en Barcelona fue debida a:

La decadencia de la marina mercante catalana, la necesidad de levantarla de su postración como paso necesario para el mayor desenvolvimiento del comercio y de las nacientes industrias, así como el natural deseo de dar ocupación a la numerosa población de los pueblos del litoral, preocuparon desde sus principios a la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona. (p. 153)

En la primera mitad del siglo XVIII, la marina mercante catalana tenía una flota compuesta por barcos de tráfico o de cabotaje con un arqueado inferior a las 100 toneladas y de comercio o trasatlánticos con arqueos superiores a las 100 toneladas y unas tripulaciones con escasa tradición oceánica, según Delgado (1979) sobre la gente de mar censada en 1726 en el Principado, sólo un 5% había realizado viajes oceánicos. Fue durante la segunda mitad del siglo, cuando Cataluña adquirió una presencia notable en la flota mercante española a la cual aportaba 114 buques de gran porte y 558 de cabotaje, cifras superiores a las de la matrícula de Cádiz, que contaba con 79 buques de comercio y 439 de cabotaje. Flota y matriculados se ven en 1765 notablemente incrementados como queda reflejado en la tabla 3. 2, momento en el que, por Real Decreto de 16 de octubre de ese año, se habilitaban para el comercio de las islas de Barlovento<sup>107</sup> a los puertos de: Santander, Gijón, la Coruña, Sevilla, Cádiz, Málaga, Cartagena, Alicante y Barcelona.

---

107 Cuba, Santo Domingo, Puerto Rico, Margarita y Trinidad. (Vicens Vives, 1977. p. 526).

La gente de mar catalana, no tenía la necesaria preparación técnica para realizar los viajes oceánicos, como así lo reconoce el informe de los Cónsules de la Junta de Comercio de Barcelona, en el que elogiaba las aptitudes de Sinibaldo Mas y reforzaba la necesidad de la creación de una Escuela de Náutica con la siguiente afirmación: “ya que la marinería catalana estaba en una absoluta ignorancia de la ciencia y arte del pilotaje, con grave detrimento del comercio” (Ruiz y Pablo, 1919, p.154). Por lo que se hacía necesario la existencia de un centro en donde formar a los pilotos que tendrían que dirigir las naves, con seguridad, a ese nuevo comercio, que significó la progresiva incorporación de Cataluña al comercio de Indias, en el que la fundación de la Escuela de Náutica de Barcelona, según Capel (1982) actuó como: “[...] un instrumento eficaz que colaboró decisivamente en el desarrollo comercial catalán de los tres últimos decenios del siglo, facilitando los marinos preparados, que hicieron posible la multiplicación de los viajes a mares alejados [...]” (p. 197).

**Tabla 3.2.** Matrícula de los Departamentos Marítimos de Ferrol, Cádiz y Cartagena (1765)<sup>108</sup>. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de Vázquez Lijó (2006).

	Provincias	Matriculados	% Departamento	% Total	Flota	% Departamento	% Total
<b>Departamento Marítimo de Ferrol</b>	Santander	1.111	7,49	2,25	205	8,74	2,94
	Rivadesella	513	3,46	1,04	64	2,73	0,92
	Avilés	1.742	11,75	3,53	241	10,28	3,46
	Viveiro	963	6,49	1,95	87	3,71	1,25
	Ferrol	1.538	10,37	3,12	201	8,57	2,88
	A Coruña	1985	13,39	4,03	324	13,82	4,65
	Pontevedra	6976	47,05	14,15	1223	52,15	17,55
	<b>Total</b>	<b>14.828</b>	<b>100,00</b>	<b>30,08</b>	<b>2345</b>	<b>100,00</b>	<b>33,65</b>
<b>Departamento Marítimo de Cádiz</b>	Ayamonte	2.024	15,10	4,11	270	18,84	3,87
	Sevilla	1.442	10,76	2,93	-	-	0,00
	Sanlúcar de Barrameda	1.996	14,89	4,05	215	15,00	3,09
	Cádiz	4.114	30,69	8,35	453	31,61	6,50
	Tarifa	675	5,04	1,37	115	8,03	1,65
	Málaga	2.247	16,76	4,56	239	16,68	3,43
	Motril	449	3,35	0,91	53	3,70	0,76
	Almería	456	3,40	0,93	88	6,14	1,26
<b>Total</b>	<b>13.403</b>	<b>100,00</b>	<b>27,19</b>	<b>1433</b>	<b>100,00</b>	<b>20,56</b>	
<b>Departamento Marítimo de Cartagena</b>	Palma	3.362	15,96	6,82	336	10,53	4,82
	San Feliu de Guixols	2.296	10,90	4,66	493	15,45	7,07
	Mataró	3.971	18,85	8,06	800	25,07	11,48
	Barcelona	1.555	7,38	3,15	280	8,77	4,02
	Tarragona	2.751	13,06	5,58	324	10,15	4,65
	Tortosa	540	2,56	1,10	66	2,07	0,95
	Valencia	2.288	10,86	4,64	366	11,47	5,25
	Alicante	1.966	9,33	3,99	312	9,78	4,48
	Cartagena	1.835	8,71	3,72	161	5,05	2,31
	Vera	498	2,36	1,01	23	0,72	0,33
<b>Total</b>	<b>21.062</b>	<b>100,</b>	<b>42,73</b>	<b>3191</b>	<b>100,00</b>	<b>45,79</b>	
<b>Total Departamentos</b>	<b>49.293</b>	<b>-</b>	<b>100,</b>	<b>6969</b>	<b>-</b>	<b>100,</b>	

108 Según Vázquez Lijó (2006) quedaron excluidos de este régimen de inscripción marítima Canarias por su marginalidad geográfica y la de las provincias vascas por sus fueros.

La primera ubicación de la Escuela de Náutica fue en el barrio marinero de la Barceloneta, hasta el 6 de octubre de 1774 que se trasladó al edificio de la Lonja. En los inicios estaba proyectada para formar a 20 alumnos, la asignación de las plazas se determinó proporcionalmente al número de inscritos en cada matrícula marítima, quedando fijado de la siguiente forma: Barcelona, San Felú de Guixols y Tarragona, cuatro cada una; Mataró seis y Tortosa dos plazas. A la primera convocatoria, sólo acudieron jóvenes de Barcelona, que después de aprobar el examen de ingreso fueron admitidos como alumnos en la recién creada Escuela. Durante los cuatro primeros años la Escuela funcionó según el memorial presentado por Sinibaldo Mas, el cual se comprometió a formar a los alumnos de acuerdo con la que se impartía en las Escuelas de Navegación Departamentales, tal como veremos en el epígrafe correspondiente a planes de estudio. Al memorial, le siguieron la promulgación de las siguientes Ordenanzas: la de 24 de noviembre de 1773, el informe de 22 de febrero de 1776, las modificaciones y las ordenanzas de 26 de octubre de 1778, la modificación de 26 de febrero de 1785, la propuesta de modificaciones de 7 de noviembre de 1788 y la de 31 de mayo de 1797.

Antes de adentrarnos en el análisis de las distintas Ordenanzas que rigieron la Escuela de Náutica de Barcelona, conviene recordar la estructura dual que esta tenía, al depender de dos jerarquías; la Junta de Comercio de Barcelona como propietaria de la Escuela de Náutica, era la encargada de financiarla y regular las normas por las que se tenía que regir, así como la de contratar a los profesores, mientras que la Armada de acuerdo con las OGA, 1748, era la que tenía las atribuciones académicas y profesionales, regulando planes de estudio, reservándose el derecho de examinar a los aspirantes para obtener el grado de piloto y regular las prácticas profesionales que tenían que cumplimentar los alumnos para obtener el título de piloto<sup>109</sup>. Como así quedó

---

109 Hasta Real Decreto de 12 de julio de 1783, por el que se autorizaba a las Escuelas de Náutica Españolas con Real aprobación, realizar los exámenes y expedir los títulos de piloto. Publicado en la gaceta de Madrid a fecha 1 de agosto de 1783.

acreditado en el prólogo de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773<sup>110</sup>, poniendo en valor la calidad de la enseñanza impartida en dicha Escuela, por la superación de varios de sus alumnos, los preceptivos exámenes para pilotos realizados en los Departamentos Marítimos<sup>111</sup>.

Los grandes progresos, que la Escuela de Náutica de esta Ciudad de Barcelona ha hecho en el breve tiempo de cuatro años, que han discurrido desde que con permiso de S. M. se estableció hasta el presente, acreditados en la ciencia, y pericia de varios Dicipulos de ella, que han sido examinados, y aprobados en los Departamentos de Cartagena y Cadiz [...]<sup>112</sup>

Debido a esa estructura dual, la Junta de Comercio pidió informe a don Gonzalo de Cañas comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos sobre su propuesta de Ordenanzas, “y aprobado su dictamen, no se extendió la resolución”<sup>113</sup>. Cañas, en el informe que envió a don Julián de Arriaga (1700 – 1776), secretario de Marina e Indias, se limitó a realizar una comparación entre los métodos de estudio seguidos en la Real Academia de Guardiamarinas y el propuesto por la Junta de Comercio, considerando más acertado el de la Academia, por emplear menos tiempo en la formación debido a la utilización de manuales de estudio impresos, lo que evitaba el engorro de tener que copiar las lecciones.

Señor habiendo visto las Ordenanzas propuestas por la Junta de Comercio del Principado de Cataluña, para la Escuela Nautica que fundó en la Ciudad de Barcelona; devo hacer presente à ve. Que tengo por mas acertado el método de estudios que sigue la Rl. Academia de Guardias Marinas, que el expuesto en las referidas Ordenanzas.

La experiencia tiene acreditada la facilidad fundamento y orden con que esta Academia impone a sus Individuos en la Navegacion theorica en menos tiempo que el propuesto por las Ordenanzas de la Escuela náutica; baliendose de los tratados que tiene impresos con este fin; sin la necesidad de expender bastante tiempo y dificultad en escribir las Lecciones.

---

110 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42, 10.

111 Artículo XVIII, título primero del Tratado Cuarto de las OGA 1748.

112 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42, 10.

113 AGS. Marina, Legajo 213.

Quatro meses tiene determinado solamente aquella Academia para el examen de cada tratado: en el 1º se estudia la Arithmetica que dio aluz su Director Dn. Luis Godin: en el 2º se da la Geometria que imprimio poco ha su actual Director Dn. Vicente Tofiño: en el 3º se explica su Trigonometria rectilínea, y un quaderno de Cosmographia qe se obliga atodos los Individuos qe la estudian le presenten bien escrito antes de entrar en la 3ª sala, que es la correspon.te al tercer tratado, en el 4º se explica lo m. principal del libro de Navegacion qe publico el Capitan dela Compañia de Guards. Marinas Dn. Jorge Juan. examinados de estos tratados, están los Asistentes à esta escuela en suficiente estado de obtener la prima. certificación del Maestro para que con ella les facilite la Junta el primer viaje:

en la 5ª Clase se puede enseñar lo que expresa el Articulo 16: esto es quanto seme ofrece haser presente ave. (AGS. Marina, Legajo 213)

La formación de los pilotos particulares, quedaba controlada rigurosamente por la Armada, a la que se debía dar cumplida cuenta, y recabar su previa aprobación sobre todo lo que acontecía con respecto a la formación de estos profesionales civiles.

Las Ordenanzas constaban de 25 artículos, en la cual regulaba desde los requisitos de acceso hasta la difusión de las Ordenanzas entre el alumnado, pasando por las condiciones que debían cumplir para matricularse, calendario, horario de clases, programa de estudios, medidas disciplinarias, las prácticas hasta obligar la utilización del idioma “español” en las clases. El artículo I trataba de los requisitos académicos de ingreso, para lo cual se exigía ser práctico en la aritmética, o al menos en las cuatro reglas y de la proporción. Según afirma Ríos (2009) los aspirantes debían demostrar esos conocimientos, mediante un proceso de selección eran examinados, primero por los ministros de las Provincias Marítimas y después por la Escuela de Náutica. La exigencia de conocimientos previos según Arroyo (1989) significó adelantarse un siglo a lo que sería una exigencia oficial.

Los artículos del II al VII trataban de los alumnos que se podían matricular, estableciendo en 24 el número de alumnos que se tenían que admitir, 4 plazas más que originariamente, distribuidas para las demás provincias, reservando las plazas para los hijos

de marinos, aunque también regulaba la posibilidad de acceso para los que no tenían esa condición.

Los artículos VII, X y XVII se ocupaban del calendario y horario de clases, en los que se especificaba que el centro permanecería abierto todo el año exceptuando el mes de agosto y los días festivos, las clases se darían dos horas por la mañana más una hora de dibujo y otras dos por la tarde, los estudios se programaron para impartirlos en 5 clases, con la siguiente distribución: la primera clase tenía una duración de seis meses; la segunda seis meses; la tercera diez meses; la cuarta ocho meses, para la quinta no se establecía un tiempo determinado, lo dejaba a criterio del maestro que era el que determinaba si estaba o no instruido, debiéndole dar certificación que así lo expresase. El artículo VIII trataba del material escolar, estableciendo que correría por cuenta del alumno.

De la disciplina se ocupaban los artículos IX, X, y XIX.

Los exámenes en el artículo XI en el cual se determinaba que al final de cada una de las cinco clases establecidas, el alumno debía sufrir examen, suspender dos veces una clase era motivo de expulsión.

El artículo XXIII establecía como obligatorio el idioma español,

Los artículos XII, XIII, XIV, XV, XVI, XXII, estaban dedicaba al temario de estudios que debían seguir los alumnos, dividido en cinco clases, estos artículos los trataremos en el epígrafe correspondiente a planes de estudio; también se reguló sobre los ayudantes o pasantes en el artículo XVIII, en el cual establecía que los alumnos más aventajados de las clases superiores debían auxiliar al maestro.

Las prácticas se trataban en los artículos XIX y XX. En el artículo XXIV se establecía la celebración de un certamen matemático-náutico, para fomento y estímulo de la Escuela.



Finalizaban estas Ordenanzas con el artículo XXV en el cual se disponía que al inicio del curso el maestro leyera o mandase leer las Ordenanzas en presencia de todos los alumnos, “El procedimiento a seguir consistía en leerlas delante de todos los discípulos y, después, fijarlas en las paredes de la escuela” (Ríos, 2009, p. 189).

Al igual que en las Escuelas Departamentales de Navegación, entre periodos de estudio las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona establecían la obligatoriedad de que los alumnos realizasen embarques como complemento a su formación previa a la obtención del título de piloto. En los mencionados artículos XIX y XX, quedó reglamentado los periodos entre clases en los que los alumnos se tenían que embarcar, la obligatoriedad de realizar los Diarios de Navegación, así como la de volver a la Escuela a retomar los estudios iniciados, una vez finalizados los embarques, lo que Ríos (2009) denomina “prácticas académicas” (p. 166), contemplando medidas disciplinarias para aquellos alumnos que no retornasen a la Escuela.

#### Artículo XIX

Para que estos Dicipulos aprendan a un mismo tiempo lo theorico y práctico de Pilotos, y concluidos sus estudios se les pueda confiar con seguridad la dirección de qualquier derrota, cada una de ellos, durante su Curso Nautico, deberá hacer dos viajes á la America, ú al Norte; el primero despues de concluida y aprobada la tercera Clase, y el segundo acabada asimismo y aprobada la quarta Clase. En ellos formarán los Diarios de su Navegacion, que al regreso de cada viage deberán presentar al Maestro de la Escuela; con apercibimiento, que el que no bolviere a ella para continuar hasta su conclusión las cinco clases, deberá servir una campaña sin sueldo en los Navios de S.M., ó será castigado al arbitrio de la Junta. I en otra manera, si alguno no hiciese en cada uno de los dos viages el Diario correspondiente, ó le formáse mui defectuoso, lo avisará el Maestro á la Junta, que según resultáre de su informe, no le aprobará el viage, y dispondrá ó que lo reemplaze con otro, ó lo que juzgare mas conveniente.

## Artículo XX

Habiendose considerado, que conseguir el fin del establecimiento de esta Escuela, que es el formar Pilotos hábiles y perfectos, es necesaria la instrucción en las materias que se enseñaran en las cinco Clases establecidas en las Ordenanzas antecedentes, y los dos viages prevenidos en la Ordenanza XIX; a fin de que ninguno de aquellos Cursantes intente ejercer el Pilotage sin haber finalizado todo el Curso de la manera que queda arreglado, cuidarán los Ministros de Marina de no permitir a ningún Dicipulo de esta Escuela que se embarque de agregado a los Pilotos, sin que se presente Certificación de la Junta en que conste, que ha estudiado las cinco Clases, y hecho los dos viages de ordenanza: debiendo igualmente para cada uno de estos viages presentar a los Ministros de Marina Certificación de la misma Junta de que han estudiado las Clases anteriores y que correspondan antes de cada viage, sin cuya Certificación no se les permita en embarcarse. Asimismo, para que los Individuos de esta Escuela que se matriculáren puedan continuar y concluir sus estudios, y durante ellos sean exemptos del sorteo para las campañas, les tendrán los Ministros de Marina en listas separadas, hasta que hayan acabado su curso Nautico de la manera que queda establecido en estas ordenanzas<sup>114</sup>.

Las medidas establecidas en las Ordenanzas de 1773 para la realización de las prácticas académicas, no dio el resultado esperado, ya que en fecha 22 de febrero de 1776 la Junta de Comercio realizó un informe<sup>115</sup> en el que hacía referencia al comportamiento de la mayor parte de los alumnos, que no regresaban a la Escuela, y continuaban navegando sin haber finalizado su formación teórico práctica, causando un grave perjuicio a la nación y al prestigio de la Escuela. Para poderlo remediar, proponía una serie de medidas preventivas consistentes en no permitir que ningún alumno se embarcase sin la oportuna licencia de la Junta, establecer la obligación que los alumnos matriculados en la Escuela presentasen a sus respectivos comisarios un certificado acreditativo que seguían cursando los estudios y la obligatoriedad de embarcar a los alumnos en los buques. La medida sancionadora que se propuso para los que seguían

---

114 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42.

115 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 13. fols 19-20. Informe de la Junta de Comercio de 22 de febrero de 1776.

ese comportamiento consistía en navegar una campaña sin sueldo en la Armada, esta medida, así como la obligación de embarcar a los alumnos ya estaban reguladas en las Ordenanzas de 1773.

Transcurridos 15 años desde las primeras Ordenanzas de la Escuela de Náutica, se realizó la primera modificación, a fecha 26 de octubre de 1778<sup>116</sup>, como solución pactada a un conflicto jurisdiccional entre el intendente general de Cataluña<sup>117</sup> y el ministro de Marina de la Provincia.

En consecuencia a la Junta celebrada en casa del Sr. Intendente, con el Ministro de Marina de esta Provincia según deliberó VS para allanar las dificultades y embarazos que cada día se ofrecían en la practica y cumplimiento de la Ordenanzas de la Escuela de Nautica, con motivo de impliarse las Jurisdicciones de VS y del Ministro de Marina de esta Provincia. Atendiendo lo que expuso dicho Ministro a favor de su jurisdicción, sin ceder en nada a la de VS: se hace preciso variar algunos Capítulos a dichas Ordenanzas, que dispuestos en debida forma, uniendo ambas jurisdicciones presento a VS para su examen, y aprobación, y que hallandolos arreglados como deben los apruebe VS ó delibere lo que estime mas conveniente, y útil para tan justo fin, y establecimiento.<sup>118</sup>

De lo que resultaron modificados los siguientes artículos: el VIII, por el que la Junta de Comercio pasaría a costear el material escolar; IX, X, y XIX en los que se concretaban los correctivos a aplicar; XII, XIII, XVI y XXII, estaban dedicaba al temario de estudios que debían seguir los alumnos, dividido en cinco clases, lo trataremos en el epígrafe correspondiente a Enseñanza; el XIX y XX se modificaron añadiendo la obligatoriedad de que los alumnos debían matricularse en el gremio de marinos y presentar certificación de la Junta de Comercio antes de realizar el embarque.

---

116 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 17. fols. 17-22. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1778.

117 El intendente general de Cataluña presidia la Junta de Comercio de Barcelona

118 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 17. fols. 17-22. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1778.

Sinibaldo Mas propuso una modificación de las Ordenanzas, que firmó el 26 de febrero de 1785 en Barcelona<sup>119</sup>, en las que básicamente reformaba el plan de estudios vigente, transformando las cinco clases en lo que denominaba dos partes o clases (véase Enseñanza en la Escuela Náutica de Barcelona). A pesar de que no prosperó la propuesta de modificación, Sinibaldo Mas presentó en 1788 otra propuesta de modificación de las Ordenanzas, que tampoco prosperó, para tratar de adecuarlas a las emitidas para el Colegio de San Telmo de Sevilla, como así encabezó el informe: “Notas de lo que me parece se podría añadir, y quitar de las Ordenanzas formadas para el gobierno de la Escuela Nautica de Barcelona, para conformarse con el sentido de las formadas para el Colegio de San Telmo de Sevilla”<sup>120</sup>. Esta propuesta de modificación consistía básicamente en la introducción de una serie de matices de carácter administrativo: consistentes en dar más atribuciones a la Armada sobre la Escuela, suprimir la gratuidad de los materiales; en el orden académico la mejor distribución de las asignaturas de las cinco clases, la introducción del idioma francés y la contratación de un maestro delineador. Al no prosperar las modificaciones proyectadas por Sinibaldo Mas, permanecieron vigentes las Ordenanzas de 1778 hasta la reforma de las Ordenanzas de 31 de mayo de 1797<sup>121</sup>, que las adecuaba al plan Winthuysen. Aunque mantienen el mismo número de artículos que las originarias de 1773, el contenido varía sustancialmente; los artículos I y II se ocupaban de la ubicación de la Escuela, el número de aulas, los enseres, instrumentos y libros que tienen que tener, quedando bajo la responsabilidad del primer maestro que llevará actualizado un inventario.

Los artículos III, IV, V y VI tratan del número de profesores, su escalafonamiento, en primer maestro director y segundo maestro, asignándoles la primera clase al primero

---

119 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 25. fols 8-9. Modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1785.

120 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 30. fols. 16-19. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1788.

121 BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42.

y la segunda al segundo. Los requisitos de acceso a los estudios quedaban fijados en los artículos VII y VIII, que además de fijar unos conocimientos mínimos y un examen previo, introducían una novedad, presentar la fe de bautismo. El artículo IX establecía las fechas de inicio del curso a primero de marzo y a nueve de septiembre, empezando por la segunda clase. Por el artículo X, la Junta seguiría costeando el material escolar. La junta mediante el artículo XI se reservaba corregir los actos de indisciplina de los alumnos. En el artículo XII se completaba el calendario escolar con el establecimiento de los festivos, a la vez que fijaba las horas lectivas diarias en cinco y la obligatoriedad de la puntualidad, que en caso de no ser justificada podía llegar a ser penalizada con la expulsión. El plan de estudios se desarrolló pormenorizadamente a lo largo de los artículos que van del XIII al XXII, que se analizarán en el epígrafe correspondiente a Enseñanza. La obligatoriedad de la utilización del idioma castellano se mantuvo en el artículo XXIII, así como en el XXIV y XXV se mantenían respectivamente la obligación de la realización bianual de los exámenes públicos. Esta última Ordenanza fue ampliada el 4 de marzo de 1802<sup>122</sup>.

### **3.4.2. Enseñanza**

En lo que consideramos la segunda etapa en la formación de los pilotos, regentada por la Armada (1748 – 1790) se siguió la línea maestra marcada por las OGA, 1748 en las que consideraba que el piloto debía recibir una enseñanza de la navegación y de los instrumentos por el método más breve y sencillo. Como se mostrará, esa fue la línea maestra seguida por la Armada con respecto a la formación de los pilotos, confirmada por la derogación en 1788 de las Ordenanzas de San Telmo de 1786, reduciendo la formación de los pilotos en la duración de la enseñanza y en los contenidos formativos.

---

122 BC Junta de Comercio. Legajo XXVII doc. 52 fols. 40-41, 102, 104-105

La culminación de este proceso fue la implantación del plan Winthuysen (1790), con la frontal oposición de la Escuela de Náutica de Barcelona, debido a que tenía sus propias Ordenanzas y no estaba dispuesta a estar sometida a las autoridades de Marina, ni en lo que refería a los maestros ni a ninguna otra cuestión (Fernández y Sierco, 1984). En definitiva, la Armada, durante el periodo de estudio de esta etapa, encorsetó la formación de los pilotos, negándole su desarrollo formativo natural a través de la implantación de planes de estudio obligatorios (véase tabla 3.3), a pesar de que algunas escuelas como el Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla (planes anteriores a 1786) y la Escuela de Náutica de Barcelona estudiaban por sus propios planes, pero rendían examen en las Escuelas Departamentales de Navegación de acuerdo con las OGA, 1748, hasta 1783 la de Barcelona y 1786 los Colegios de San Telmo.

**Tabla 3.3.** Planes de estudio oficiales para la obtención del título de piloto vigentes en la 2ª etapa. Fuente: Elaboración propia.

Plan de estudios oficial	Desde -hasta	Ámbito de aplicación
Escuela Náutica de Bilbao	1742-1784	Solo para la Escuela Náutica de Bilbao
OGA, 1748	1748- 1790	Para todos los centros de enseñanza náutica excepto Escuela Náutica de Bilbao hasta 1784 y Colegios de San Telmo
Ordenanzas de 1786	1786- 1788	Solo para los Colegios de San Telmo
Ordenanzas de 1788	1788- 1847	Solo para los Colegios de San Telmo
Winthuysen, 1790	1790- 1850	Para todos los centros de enseñanza náutica excepto los Colegios de San Telmo. La implantación del plan no fue simultánea en todas las escuelas.

Los planes de estudio para la formación de los pilotos en esta segunda etapa estuvieron fuertemente controlados por la Armada, tratando por todos los medios de encorsetarla.

No solo controlaron los planes, sino también a sus cuadros de profesores y los textos de estudio, como veremos en este apartado que, revisaremos los casos de los Colegios de San Telmo y la Escuela de Náutica de Barcelona, dos centros que lucharon por elevar la formación científica de los pilotos en su época.

### 3.4.2.1. Plan de estudios de los pilotos de la Armada. Escuelas Departamentales de Navegación (1748)

El plan de estudios que se siguió para formar a los pilotos de la Armada y que debía servir de guía para poder superar el examen preceptivo para ocupar plaza de piloto en los buques mercantes, se estableció en los siguientes artículos del título primero del tratado cuarto de las OGA, 1748:

#### XXXVII.

Se abriran las Escuelas, à lo menos, quatro dias en cada semana, admitiendose con orden del Piloto mayor, ò Director de Pilotos todos los que quifieren asistir à ellas, y supieren leer, y escribir, y en cada Escuela habrá Cartas, Globos, Compases, Ballestillas, y otros Instrumentos, propios para la enseñanza de la Navegacion, de los quales fera responsable el primer Maestro.

#### XXXVIII.

Las horas que huviere de durar la leccion de los Maestros, se reglara por el Piloto mayor , ò Director de Pilotos , con atencion a el numero, y aplicacion de los con corrientes ; y quando alguno de los Maestros , por enfermedad, ò otra razon, no pudiere asistir, se nombrará de los Pilotos del numero, el que fuere á proposito para ocupar su lugar, y se obligará a los Pilotines a que todos los dias de escuela asistan á ella, para perfeccionarse en el Arte de Navegar.

#### XXXIX

Se enseñará la Navegacion, y el uso de los Instrumentos practicamente, en el methodo mas breve, y comprehensible , que fuere posible i y a los que estuvieren impuestos en la Practica, se dara alguna luz de los principios Theoricos, dictandoles los preceptos mas precisos de Geometría, y Astronomía: Tambien se les darán las reglas necesarias para el diseño, á fin de que aprendan á hacer Planos de Puertos, formar cartas, figurar Costas, y Montes, &c. (pp. 172-173)

Las Ordenanzas establecían la estructura de la enseñanza que tenían que recibir los pilotos de la Armada con muy poca concreción<sup>123</sup>. Si bien fijaban algunos aspectos como el número de días lectivos a la semana, los requisitos de acceso a los estudios, los instrumentos necesarios para la enseñanza, o la subordinación de los maestros al piloto mayor de la Armada, algunas cuestiones tan relevantes como las materias objeto de estudio y el tiempo de estudio establecido para cada una de ellas, quedaban definidas de forma imprecisa.

A falta de concreción en el plan de estudios a seguir por los pilotos de la Armada, los elementos utilizados para delimitar la formación que recibieron y su evolución, quedan constituidos por:

- El plan de estudios que se seguía en la Escuela Departamental de Navegación de Cádiz en 1754.
- Las asignaturas de las que fueron examinados los alumnos de esa escuela en 1754.
- El Certamen Matemático Náutico celebrado en 1772 en la Escuela Departamental de Navegación de Cartagena, de acuerdo con el art XLI del título 1º del tratado 4º de las OGA, 1748 “Para alentar la aplicación de los concurrentes à las Efcuelas; mando, que cada año fean examinados en prefencia del Commandante General del Departamento, y Directores de Pilotos [...]” (p. 173).

Con los que trataremos de recomponer el cuadro de materias que estudiaban los pilotos de la Armada. En este caso, lo utilizamos para evaluar la evolución del programa de Navegación<sup>124</sup>, en las enseñanzas que se impartían en las Escuelas Departamentales

---

123 El plan de estudios establecido en las Ordenanzas de la Armada de 1748 estuvo vigente hasta 1786/88 en los Colegios de San Telmo de Sevilla y hasta 1790 en las Escuelas Departamentales y Particulares de Náutica.

124 Entendemos que la elección de la asignatura de Navegación, es la que mejor refleja la evolución de la enseñanza de los pilotos, ya que fue el campo en donde se aplicaron los avances de las ciencias matemáticas y astronómicas, que contribuyeron a que el piloto pasase de práctico a especulativo.



de Navegación, considerando que seguían un programa único y que era el modelo a seguir en la preparación y exámenes para los pilotos particulares hasta 1790.

Según Sellés y Lafuente (1984)<sup>125</sup> en Cádiz el plan de estudios constaba de tres clases, que se impartían cinco veces a la semana, dos horas por la mañana y otras dos por la tarde. Dentro del periodo formativo, los meritorios, como así se les denominaba a los alumnos de las Escuelas Departamentales de Navegación, para combinar teoría y práctica, entre la primera y segunda clase eran embarcados.

Primera clase a cargo del segundo maestro, en la cual se instruía sobre aritmética inferior, la esfera celeste y terrestre, los problemas precisos y usuales de navegación, cartas, cuadrante de reducción, instrumentos de observación, trigonometría náutica, escalas planas y artificial, sacar el punto por los instrumentos de observación.

Segunda clase a cargo del maestro principal en la cual se instruía sobre geometría especulativa, trigonometría plana fundamental, extracción de raíces, trigonometría esférica, fundamentos de astronomía, fundamento de geografía, cálculo de la latitud y la longitud, maquinaria y partes de un navío, levantamiento de planos de puertos y costas.

Tercera clase a cargo de un maestro delineador, en la que se instruía sobre dibujo.

Continúan Sellés y Lafuente (1984)<sup>126</sup> detallando las asignaturas de las que habían sido y eran examinados los alumnos de Cádiz, a fecha de 1754, que transcribimos a continuación.

---

125 Citando “Método que se sigue en las tres clases de esta Real Escuela de Navegación desde su establecimiento de orden de Don Francisco García del Postigo Capitán de Navío de la Real Armada y Piloto Mayor de ella [ ...].”. Cádiz 10 de septiembre de 1754. AGS. Marina, Leg. 206.

126 Citando “Memoria de los puntos de que son y han sido examinados hasta ahora los Pilotos que con certificación mía debe serlo tanto en los Navíos de la Real Armada como Particulares”. Firman Francisco García del Postigo, Pedro Bernal y Manuel de Echevelar. Cádiz 11 de septiembre de 1754. AGS. Marina, Leg. 206.

Se les pregunta cuántos son los Círculos principales de la esfera y sus Oficios.

Qué es Navegación y cuántas son sus partes.

Los términos de ella cuántos son y sus definiciones.

Por qué medio se conoce el Rumbo.

Qué es la Aguja de Marear, y en cuántas partes está dividida con todas las preguntas concernientes a ella.

Qué es Variación de la Aguja, y el modo de hallarla, interrogando a el examinado cuántas dificultades resultan de este término.

Cómo se corrige el Rumbo de este defecto.

Qué es Abatimiento cómo se conoce y corrige el Rumbo de él.

Qué es Distancia y por medio de quién se halla.

Qué es Corredera, y de cuántas medidas consta; (...)

Por medio de quién se halla la Latitud.

Qué es observación, y cuantos modos hay de observar.

Qué es Declinación, y cómo se conoce la que tiene el Sol cada Día y su especie.

Por qué Cuadrante se aumenta, o se disminuye la latitud en la parte septentrional, o Meridional.

Por qué medios se halla la Longitud.

Por qué Cuadrantes se aumenta, o disminuye ésta.

Cómo se reduce la longitud Plana a Esférica.

Cuando la latitud de fantasía no concuerda con la observada qué se hace.

Cuántas son las correcciones, y modos de operarlas.

Cómo se reduce un punto de diferentes Bordos a Rumbo directo.

Cómo se resuelven los seis triángulos que se deducen de los términos de la navegación, por los senos, y escala.

Cuántos son los Usos de la Carta.

Cuántos son los Puntos que se echan en ella, y el modo de Cartear.

Los Usos de los Instrumentos de observar.

Las prácticas de Maniobras en el mar en todos tiempos.

Se les hace algunas otras preguntas Científicas para conocer la habilidad y talentos del que se examina, a quien no se le da Certificación sin la precisa circunstancia de saber resolver las operaciones náuticas por dos Instrumentos a lo menos. (pp. 167-168).

Los contenidos científico técnicos de la formación de los pilotos de la Armada se fueron incrementando en el último tercio del siglo, por lo que se desprende del Certamen Matemático Náutico celebrado el 23 de marzo de 1772 en la Escuela Departamental de Navegación de Cartagena, en presencia del comandante general del Departamento de Marina y demás jefes y oficiales, donde quedó constancia de las materias que se estudiaban en la citada Escuela, mediante la exposición realizada por 16 meritorios sobre: Náutica, Cosmografía, Geografía, Hidrografía, Astronomía, Estática, Mecánica, Hidrostática, Física de las máquinas, Arquitectura Naval, Planimetría, Estereometría y resolución de problemas aplicados a la navegación. El comandante general del Departamento, en cumplimiento de sus obligaciones de acuerdo con el artículo XLI del título 1º del tratado 4º de las OGA, 1748, junto con la asistencia a los exámenes anuales, dio cuenta al ministro de los adelantamientos realizados por los meritorios debido a la buena preparación recibida en manos del maestro de la Escuela, extendiendo el mérito al director de pilotos el capitán de fragata don Joseph Urrutia “quien lo tiene tan acreditado en el desempeño de su función [...]”<sup>127</sup>. Éste, en documento aparte relacionó a los 16 meritorios concurrentes al examen con descripción de las materias que defendieron cada uno:

Juan Torres: Astronomía, Delineación de los Eclipses, y de la Proyección de los cuerpos.

Francisco Mico: Explicación, y uso de ambos globos.

Joseph Lescura: El uso del octante, y del Equilibrio de los cuerpos dentro de los líquidos.

Claudio Tuy: Del Arquitectura Naval.

Carlos Alarcón: Uso del Tubo Astronómico para las observaciones de los eclipses.

---

127 AGS.Legajo. 212. En el informe realizado por el Comandante General del Departamento Marítimo de Cartagena enviado a Julían de Arriaga, a pesar de achacar los buenos resultados del Certamen al Maestro de la Escuela Departamental, no hace referencia a su nombre.

ANC. Libro 9. 877,5. Los Maestros de la Escuela Departamental de Navegación en 1772 eran; 1er Maestro: Don Francisco Ximenez, el 2º Maestro Don Roberto Rositer fallecido el 12 de marzo de 1772, a quien sustituyó el 15/07/1772 Don Nicolás Josef Bugiano.

Thomás Vidal: El Ascenso, y Descenso de los graves.

Bernardo Marimón: El conocimiento de las corrientes y Resolución de sus Problemas.

Pedro Moreno: De la Planimetría, y Stereometría.

Nicolás Berlinguero: La corredera, su uso, y modo de medirla.

Agustín Berlinguero: La Aguja de Marear, su división, y valores de sus Rumbos.

Juan Ximenez Parrado: Del movimiento y encuentro de los cuerpos sin elasticidad.

Bernardino San Juan: El uso de la Aguja Azimutal, Anulo Astronómico, y Astrolabio.

Joseph Antonio Sartorio: Las Definiciones de la Matemática, y partes en que se divide con ochenta proposiciones de Geometría elemental.

Joseph Maza. Uso de las Escalas aplicadas a la Navegación.

Joseph Ricardo Días: Del Equilibrio de los líquidos.

Benito Malvasía: De las Máquinas, y Potencias para el movimiento de los cuerpos pesados.<sup>128</sup>

En el folleto que se editó del Certamen Matemático y Náutico (expuesto en Anexo 3) se detallan las asignaturas y su contenido, pero no especifica el orden de impartición ni al curso o clase a la que pertenecían. Tampoco podemos saber el momento de su formación en que estaban los concurrentes al certamen.

Del Certamen Matemático y Náutico celebrado en 1772 en Cartagena extraemos el programa de navegación que se debía seguir:

## NAVEGACIÓN

Aguja de marear: Descripción. Uso. Valor de sus rumbos.

Corredera: Descripción. Dimensiones. Uso. Modo de calcular la distancia en función de las horas que está en práctica.

---

128 AGS. Legajo. 212.

Geometría y Trigonometría aplicada a la náutica: Teoremas. Resolución de problemas por el cálculo logarítmico e instrumental.

Uso y fábrica de: Anulo astronómico, astrolabio, octante de reflexión, cuadrante, ballestilla; uso y fábrica de: escalas plana y artificial, escala doble (Sacabuche), resolución de problemas deducidos y calculados por dichos instrumentos.

Navegación con corriente: Corrección de la latitud por efecto de la corriente o por cual otra causa.

Aguja azimutal: Uso y aplicación para hallar la variación de la aguja por el azimut del Sol y por este y la altura del Sol sobre el horizonte.

Al compararlo con las materias de los exámenes de pilotos de la Escuela de Cádiz en 1754, se detecta que, en el Certamen de 1772, se incluyen materias que antes no se impartían como Geografía, Estática, Mecánica, Hidrostática, Física de las máquinas y Arquitectura Naval. Con lo que la formación del piloto se fue cimentado en áreas más amplias de conocimiento. Sin embargo, del área de navegación, la única diferencia notable que encontramos es la inclusión del estudio del octante.

#### **3.4.2.2. Enseñanza impartida en los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga (1748-1786)**

En esta etapa de la formación de los santelmistas continuó de profesor Juan Sánchez Reciente hasta su fallecimiento en 1757, su sustituto Francisco de Barreda y Acevedo (1713 – 1791), fue contratado para el puesto, en un momento en que “la institución se encontraba en franca decadencia” (Capel, 1982, p.108). Sin embargo la Universidad de Mareantes a 21 de noviembre de 1763, en el método que ha de observar la clase de Matemáticas, consideraba que desde hacía más de dos años se seguía una pauta en la formación de los colegiales, que había causado unos progresos considerables y convenía continuarla, para lo cual, estableció que: los lunes, martes,

miércoles y jueves el maestro de Matemáticas debía enseñar los libros de Navegación, Trigonometría general y aplicada a la náutica, con el uso de las esferas, cartas y Geometría especulativa y práctica del padre Kresa, para los más adelantados en náutica trabajar por la vía aritmética, la escala doble o sacabuches, la pantómetra y realización de prácticas de observar con el octante inglés. Los viernes se daba la clase de Artillería por el libro del capitán Joseph Díaz Infante y los sábados los dedicaban a la Aritmética inferior<sup>129</sup>.

Ibáñez (2000) considera que, la publicación en 1765 en Sevilla, de la obra de Barreda, *El marinero instruido en el arte de navegación especulativo y práctico*, que fue reeditado en 1786 y 1796, prueba esta decadencia, ya que la obra era de parecida estructura al *Compendio* de Cedillo, en la que “primaba lo práctico sobre lo teórico” (p. 286). Capel (1982) también se refiere a esta obra como reflejo de la enseñanza que se impartía en el Colegio de San Telmo de Sevilla, en los siguientes términos:

El título de esta y de otras obras de Barreda refleja bastante bien lo que debía ser las enseñanzas impartidas en el Colegio de San Telmo durante el siglo XVIII. “El marinero instruido”, “el aritmético práctico”, “el aritmético inferior”, muestran bien el objetivo de este centro: formar personal cualificado que hoy llamaríamos de grado medio, marinos con oficio que pudieran desempeñar las tareas intermedias en el gobierno de los navíos para las navegaciones ultramarinas. Un objetivo en el que lo práctico debía primar sobre una formación científica sólida, que se daba ya en otros centros de enseñanza náutica. El *Marinero instruido* de Barreda es así una curiosa mezcla de instrucciones prácticas elaboradas por un hombre que parece conocer bien su oficio y de concepciones científicas totalmente superadas”. (pp. 109 – 110)

Continúa Capel (1982) refiriéndose a la reedición de la obra de Barreda en 1786, momento de reformas en la enseñanza, con la siguiente rotundidad:

---

129 AHUS. Libro 311. pp. 42-43.

Pero al mismo tiempo que se realizaban estas reformas la impresión de obras como la de Barreda como libro de texto para una institución de enseñanza náutica todavía en 1786 permite comprender el retraso de la marina española respecto a otros países. (p. 199)

En 1778 el programa de estudios a seguir en el Colegio de San Telmo, se estructuró en tres clases como se especifica en la tabla 3.4, impartidas por tres profesores diferentes que los alumnos solían cumplimentar entre dos años y dos años y medio. La primera la daba el ayudante del maestro de Matemáticas que constaba de las siguientes asignaturas: Aritmética inferior, Aritmética superior, Geometría elemental y práctica, Trigonometría plana y nociones básicas de Trigonometría esférica. La segunda clase a cargo del catedrático, se les impartía: Cosmografía, los cuatro términos de la navegación, uso y manejo de los instrumentos náuticos, su graduación y reparación, operaciones trigonométricas por las escalas plana, artificial y doble, Navegación por Estima, Diario de Navegación y Maniobra. En la tercera clase estudiaban Artillería y Delineación, en artillería se les enseñaba la artillería de marina especulativa y la práctica, en el dibujo estudiaban la geometría práctica, así como el modo de levantar, lavar, ampliar y reducir el plano de un puerto, costa o cualquier otro accidente geográfico, resolución de triángulos auxiliares y el uso de la plancheta, pantómetro, grafómetro, así como a cualquier otro instrumento de medición de longitud. Este plan que se puso en vigor en 1778, García Garralón (2007) se refiere a él, en los siguientes términos:

En realidad, el nuevo y revolucionario programa de estudios supuso una profunda renovación, promovida y defendida arduamente por el mayordomo diputado de la Universidad de Mareantes, Juan Manuel de Vivero, que lo amparó como el mejor sistema de estudios de la historia del Seminario para el aprendizaje de la navegación. (vol. 1, p. 249)

**Tabla 3.4.** Asignaturas plan 1778. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de García Garralón (2007).

Clase	Asignaturas	Textos
Primera	Matemáticas	<i>El arithmetico inferior, especulativo, y practico</i> (1770) de Francisco Barreda
Segunda	Cosmografía Navegación	<i>El marinero instruido en el arte de navegar especulativo y practico</i> (1765) de Francisco Barreda
Tercera	Dibujo Artillería	<i>Compendio de la geometria elemental, especulativa y practica, forma de levantar, y labar los planos...</i> (1778) de Antonio Gabriel Fernández <i>Compendio de artillería ...</i> (1762) de Joseph Díaz Infante

El estado de la formación de los pilotos en el Colegio de San Telmo de Sevilla, quedó perfectamente reflejado por un testimonio directo, como es el Informe sobre el Colegio de San Telmo de Sevilla realizado en 1785 por encargo de José de Gálvez (1720 - 1787) a Francisco Machado y Antonio Porlier. El informe destaca por lo interesante y pormenorizado que resulta el análisis realizado desde una doble óptica, la que se ocupa de la labor realizada por la Universidad de Mareantes y la que trata de la formación de los pilotos y de las nuevas funciones con las que hay que dotar al Colegio. Se repasa la institución desde su fundación, las inspecciones realizadas por Antonio de Ulloa (1716 – 1795) en 1773, Antonio Arnüero en 1779, la administración del Colegio por parte de la Universidad de Mareantes, la necesidad de recuperar su administración, el trato que se les daba a los santelmistas en la Armada, la situación de la formación de los pilotos, el atraso en que se encontraba la navegación desde el traslado de la Casa de Contratación a Cádiz, a la vez que criticaban la labor realizada por la Armada, elogiaban las figuras del piloto mayor y de los cosmógrafos de Indias y solicitaban su restablecimiento, con las mismas facultades que tenían anteriormente<sup>130</sup>.

130 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 102. Recomendamos las obras de: Puente Olea, M. (1900) y Pulido Rubio, J (1950).



El informe desmenuza la labor realizada por la Universidad de Mareantes, tanto durante el proceso de creación del Colegio, como durante el periodo que regentó su administración. Y pone en cuestión la labor que se atribuye de haber participado en la fundación del Colegio “mediante la liberalización Real y los fecundos arbitrios del Comercio de Indias”<sup>131</sup>, argumentando que de ser cierto el interés que dicen mostraron desde los inicios de las conversaciones para establecerlo, hubiesen destinado parte de sus ingresos en su fundación. Aclara cuál fue la labor de la Universidad de Mareantes en el proceso constitutivo del Colegio y su grado de participación, ya que esta pregonaba que promovió y dotó con una contribución voluntaria al Colegio, por ello no dudó en calificarla de “madrstra”, más que de madre legítima<sup>132</sup>. Una vez que deja claro cuál fue la verdadera actuación de la Universidad de Mareantes, pasa a tratar del estado actual del Seminario y al que tiene que llegar de acuerdo con los asuntos de la Marina y el Comercio, ambos tratados desde la perspectiva de la educación y de la administración. También hace hincapié en la labor y el fin de cada institución, considera a la Universidad de Mareantes como un bien particular, mientras que el Colegio es una obra con un fin social.

Tal como se ha expuesto anteriormente, la cédula fundacional del Colegio de San Telmo de Sevilla, tenía unos objetivos claros, que eran educar niños pobres y huérfanos en la marinería, pilotaje y artillería y la construcción de barcos pequeños que se fabricaban en Triana. En el estado actual, distinguiremos entre los preceptos que se pueden considerar dentro del ámbito de la educación que son: Enseñar a leer, escribir y contar, enseñar el arte de la marinería, tomar de memoria la cartilla o cuadernillo de artillería, enseñar la cosmografía y navegación, y la fábrica de navíos. Y los preceptos encomendados, considerados dentro del ámbito de la administración, que son los que establecen los requisitos de acceso, permanencia, selección, condición social, edad, nacionalidad,

---

131 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 7.

132 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Puntos 52 y 53.

número de años de permanencia en el centro, selección de los más aptos y el de tutela en los periodos de embarque.

En cuanto a la educación, el informe haciendo referencia a la visita efectuada en 1773 por don Antonio de Ulloa, revela que no se había dedicado ningún seminarista a la construcción de barcos, si se observó lo correspondiente a los maestros de primeras letras, artillería y náutica. Llegando a hacer la siguiente referencia con respecto a la formación de los pilotos:

Don Antonio Ulloa en su informe de 25 de septiembre de 1773 no solo afirmó que en esta parte no había que mejorar, y que el Pilotaje salían perfectamente instruidos del Colegio, como el mismo lo había reconocido, sino que se entendió a promover el pensamiento de aumentar el número de Alumnos, darles otras salidas y auxilios, como diremos más adelante.<sup>133</sup>

Arnuro no trató el tema de la educación, ya que Ulloa había realizado un dictamen sobre la misma, “prescindiendo de este punto por ser de pura ciencia [...]”<sup>134</sup>. No recibe la misma valoración por parte de Arnuro, la gestión administrativa llevada a cabo por la Universidad de Mareantes, a la que presenta como “una administración arbitraria gobernada por particulares respetos y por una mal entendida misericordia”<sup>135</sup> que no tuvo en cuenta la misión fundamental de la que era administradora, para formar a los muchachos en marinería, pilotaje y artillería, así como en la fábrica de navíos. La valoración que realiza está fundamentada en que no se disponía de un procedimiento de selección y seguimiento de seminaristas, a fin de detectar de una forma temprana las posibilidades intelectuales de cada uno, para poderlos dirigir hacia la actividad más idónea de acuerdo con su capacidad y disposición. Ya que se comprobó que se habían admitido seminaristas ineptos y totalmente enfermos que no eran aptos ni para el estudio ni para la vida marinera, dándose el caso después de estar internos tres o cuatro

---

133 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 28.

134 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988 Punto 56.

135 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988 Punto 59.

años apenas sabían leer. El mantenimiento de estos muchachos durante los ocho años en el seminario, Arnüero lo consideraba como una misericordia mal entendida, que los privaba de poderse dedicar a otras actividades para los cuales estuviesen más capacitados, a la vez que se destinaban unos caudales económicos que podían ser utilizados a otros fines, como la mejora de la enseñanza. Arnüero y Ulloa coincidían en que la Universidad de Mareantes tenía que haber coordinado una solución tendente a que los muchachos no aptos pudiesen tener otras opciones. Tampoco se cumplía lo especificado con respecto a que en cada expedición de Flo-tas y Galeones se nombrasen dos dueños de naos que cuidasen en Indias de estos muchachos.

En lo que se refiere a la formación, consideraban perjudicial para los alumnos del Colegio de San Telmo, el establecimiento de Escuelas de Náutica en diferentes puertos del Estado, lo que aumentaba considerablemente la oferta de pilotos, en detrimento de los santelmistas, así como del trato discriminatorio del que eran objeto en la realización de los exámenes en el Departamento de Cádiz:

[...] aun cuando estaba reunido en Andalucía el Comercio y Navegación a Indias parece llegado a tocar en lugar de una útil emulación entre la Escuela del Departamento de Cádiz y la del Seminario, una perjudicial predilección hacia los Discípulos de aquella; porque debiéndose examinar en ella los del Seminario; son pospuestos en caso de oposición, y maltratados en los exámenes con preguntas superiores a su clase, que denotan algo más que predilección hacia los propios Discípulos<sup>136</sup>,

Esa discriminación, no alcanzaba sólo a las preguntas de los exámenes, sino que también alcanzaba a los requisitos exigidos para ser admitidos al primer examen, llegando a incluir como requisito, presentar nombramiento de los dueños de los buques que quieran llevarlos de pilotines. Por no estar contemplado en la normativa, Arnüero calificó esta exigencia como condición “repugnante”<sup>137</sup>.

---

136 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 67.

137 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 68.

El informe recuerda que, según Ulloa, las Escuelas Departamentales se crearon sin tener en cuenta la ya establecida en San Telmo, resultando perjudicial para los alumnos, por lo que proponía, la especialización, la del Departamento para mayor provecho se dedicase al examen de los diarios y a la corrección de las cartas, sin impartir la enseñanza, con lo cual redundaría en beneficio de la “facultad” y del Seminario<sup>138</sup>. Por lo que consideran necesario, que o bien, siguiendo el criterio de Ulloa se reduzcan las Escuelas Departamentales o se extienda al Colegio de San Telmo la autorización para examinar de pilotines y pilotos a sus alumnos, tal como se hizo por la Real Orden de 12 de Julio de 1783, a los directores de pilotos en los Departamentos de Marina y a los maestros de Escuelas de Navegación establecidas con Real protección<sup>139</sup>.

La reforma del Colegio, tenía que pivotar sobre: la navegación a Indias, la perfección de su cosmografía y una formación idónea de los pilotos, en la que en el Colegio predominaría su carácter científico y de centro de formación de pilotos acorde con lo que las nuevas exigencias en la navegación a Indias requerían. Elementos a través de los cuales se conseguirían pilotos bien instruidos, que no sólo supiesen marcar el rumbo para poder llegar a destino con seguridad, sino que pudiesen contribuir al adelanto de la cosmografía de las Indias, aportando sus noticias sobre los lugares por donde navegaban, tal como se indicaba en la *Recopilación de las Leyes de Indias 140*, que con su observancia contribuyó para formar el contorno de las nuevas tierras descubiertas, corrección de cartas y derroteros. Para situar el estado de atraso de la facultad náutica de Indias, aporta la afirmación realizada por Ulloa<sup>141</sup> respecto a que los pilotos utilizaban cuarterones, mapas o derroteros extranjeros y defectuosos. Situaban la falta de derroteros propios y arreglados, como la prueba concluyente, que la facultad náutica

---

138 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 69.

139 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 70.

140 Las leyes a las que se refieren, corresponden a las del título 23 libro 9, Del piloto mayor y cosmógrafos: ley 12, 10, 37, 38,7, 8 y 9 de la Recopilación de las leyes de los Reynos de las Indias.

141 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 82.

estaba más atrasada, que cuando se fundó el Colegio Seminario de San Telmo, aunque por lo que ha adelantado la ciencia, los pilotos, generalmente suelen estar más preparados, que en los siglos anteriores. Una prueba que podría evidenciar el atraso de la náutica, sería el disponer de la documentación acerca de la navegación de Indias, que podía corresponder a la obra científica resultado del cumplimiento de las citadas leyes de Indias, depositada en el Convento de San Francisco de Cádiz:

Si tuviéramos a mano ciertos papeles que por noticias bien seguras sabemos que se depositaron en el convento de San Francisco de Cádiz pertenecientes a los asuntos de la navegación de Indias, y por Real orden se extrajeron (dejando inventario y recibo) para las Escuelas de la Marina de la Real Armada por los años 1768 a 71, quizá daríamos una prueba aun más convincente de los atrasos de la náutica de América, porque es muy verosímil que sean aquellos monumentos los efectos de la observancia de las leyes de Indias<sup>142</sup>.

Desde que se trasladó la Casa de Contratación a Cádiz, no se observaron estas leyes y los diarios y noticias que se presentaban en los Departamentos de la Marina Real<sup>143</sup>, no eran examinados, no realizando los cosmógrafos su trabajo por no poder acceder a la documentación depositada:

quedando encerrados y virtualmente muertos en los Departamentos de la Marina Real., especialmente en el de Cádiz, donde se han estado presentado los Diarios y noticias desde que se absorbieron en el todos los Maestros y funciones de la casa de la Casa de Contratación, y los conocimientos del Consejo de Indias en orden a esta materia<sup>144</sup>.

---

142 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 83.

143 Desde la promulgación de las Ordenanzas para la Real Armada de 1748, de acuerdo con los artículos XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXIII, del título primero del tratado cuarto, los pilotos deberán entregar sus diarios de navegación al piloto mayor de la Armada, el cual aparte de las noticias extraídas de los diarios, se informará de todo lo que pueda servir de ayuda a la navegación; mandará realizar las correcciones correspondientes en cartas, cuarterones y derroteros, de los cual mantendrá un archivo bien organizado. Para la formación de planos, cartas y dibujar el contorno de la costa dispondrá de un maestro delineador. Los directores de pilotos de los Departamentos, también recabarán la misma información de la quedarán cumplida comunicación al piloto mayor.

144 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 90.

La Armada había pasado a controlar la navegación, la enseñanza y absorbido las facultades que tenía el piloto mayor de Indias, con lo cual poseía el control absoluto de la Marina. Las Escuelas Departamentales formaban pilotos para la Armada, las Escuelas Particulares, en virtud de la Real Orden de 12 de julio de 1783, examinaban a los aspirantes a pilotos de acuerdo con las OGA, 1748, de acuerdo con las mismas Ordenanzas, los alumnos del Colegio de San Telmo de Sevilla eran examinados en la Escuela Departamental de Cádiz. Los Diarios de Navegación, descubrimientos, informaciones, es decir, todo lo relacionado con la navegación era comunicado al comandante en jefe de pilotos, bajo su mando estaba realizar las correcciones a cartas, cuarterones, derroteros y la confección de planos y cartas. En este estado, en que la Armada ejercía un control absoluto de la marina mercante, Porlier y Machado en su Informe, escribían:

No sólo absorbió en si la Marina Real todos los medios de adelantar la facultad Náutica a las Indias, sino aún las Escuelas de sus principales, puertos se embarazó en establecerlas de nuevo en sus Departamentos y sujetó a sus exámenes a los Discípulos de las demás públicas o particulares que ya había en el Reino y entre ellas a los del Colegio de San Telmo de Sevilla, tocándose por resultas los inconvenientes de predilección de unas sobre otras que arriba quedan referidas<sup>145</sup>.

Sin entrometernos a censurar esta general reunión de cosas y facultades en la Marina Real, no podemos menos de admirar que haya con ella perecido aquella antigua idea que muestran las leyes de Indias, y con particularidad la 13 del título 23 libro 9, en cuanto a que la navegación y Facultad náutica a las Indias pedía una particular y privativa Escuela, Maestros, exámenes y precauciones: que no haya noticia de que el Consejo de Indias hubiese sido oído sobre una novedad tan principal: que aquella antigua idea se haya desvanecido de manera que, en cuanto de la práctica para examinar a los Pilotos que habían de admitirse para navegar a Indias se admitan las campañas hechas en Europa; y que, en fin, ya que se quitaron de la Casa de Contratación y del conocimiento del Ministerio de Indias los Maestros que habían para colocarlos en el Departamento de la Marina Real, y ya que en las Ordenanzas de esta se copiaron las leyes de aquellas, no se hayan visto efectos algunos hacia los codiciados fines, y aún, se hayan ocultado los que produjeron las leyes bajo el conocimiento del Consejo y Ministerio

---

145 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 91.

de Indias dejando la Cosmografía y Náutica de aquellos Dominios a que la instruyan y adelanten los Extranjeros, o cada particular que quiera producir sus noticias con verdad y con exactitud, o sin ella que es lo más regular, y lo que sucedió no ha muchos años, que habiéndose publicado cierta Geografía de Indias copiada de libros extranjeros y llena de errores de gravedad, tales que se temió que pudieran traer consecuencia no menos que en los dominios territoriales del Rey respecto de otros soberanos hubo de tomar la mano del Consejo para que se recogiese, y se cortase su curso en el Público<sup>146</sup>.

Resulta una dura crítica a la labor de la Armada, en la que retrata la situación del momento por el que pasa la facultad náutica y el estado del gobierno de la marina mercante, propugnando una vuelta a lo establecido en las Leyes de Indias y que sea la marina mercante de Indias, la que se encargue de realizar esa labor, que necesariamente se tiene que iniciar con una sólida formación de los pilotos, dotándolos de unos conocimientos más amplios, que no sólo le permitan trazar derrotas seguras, sino también enriquecer la facultad náutica.

Situado el contexto que provocó la necesidad de reformar el Colegio de San Telmo de Sevilla, el secretario de Indias José de Gálvez y Gallardo (1720 - 1787) encargó dicha reforma al cosmógrafo mayor de Indias Juan Bautista Muñoz (1745 – 1799), que buscó adecuarla a los adelantos del momento y las necesidades técnicas de los pilotos, mediante la promulgación de las Ordenanzas de 1786 para el colegio de san Telmo de Sevilla. Para lo cual se instituyó un claustro de profesores formado entre otros, por cuatro catedráticos de Facultades náuticas cuyas vacantes debían ser cubiertas por oposición, previa convocatoria pública<sup>147</sup>. Formalidad que se siguió para la provisión de dos plazas de catedráticos de Matemáticas que estaban vacantes, quedando adjudicadas a José Rebollo y Francisco Pizarro y Carrasco de acuerdo con la oposición realizada en la Real Casa de Estudios de Madrid.

---

146 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Punto 92.

147 Artículos LII-LXI de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786.

Habiendose verificado en la Real Casa de estudios de Madrid bajo la dirección de Dn. Pedro Muñoz de la Torre; Ministro del Supremo Consejo y Camara de Yndias, Juez Protector de ese Real Colegio de S. Telmo, las oposiciones a las dos Catedras de Matematicas, y facultades Nauticas, que se hallaban vacantes en él, y se proveyéron en Dn. Joseph Rebollo, y Dn Fran.co de Priego y Carrasco, según previne a Vm en veinte y dos de este mes se formalizó ante el citado Ministro por el Mno. de Camara de aquél Tribunal Dn. Fran.co Xavier de Clipe, el expediente que previene el artículo sesenta y uno de las ordenanzas del expresado Colegio, y debiendo depositarse en su archivo para los fines indicados en varios parages de ellas, lo remito a Vm. con este objeto, y con el de que habiendo sido el primero que se ha formado, sirva de modelo para los casos en que se déba repetirse semejante acto. Dios que a Vm. m. a. S. Yldefonso veinte y nueve de Agosto de mil setecientos ochenta y siete=Valdes= Sr.Dn. Antonio Ramos=<sup>148</sup>

Las Ordenanzas de 1786 establecían, asimismo, un nuevo plan de estudios, que se siguió con rigurosidad cumplimentando las formalidades del articulado, como en todo plan que se implanta y se extingue, se dio cobertura a los alumnos que ya habían iniciado estudios en el Colegio de San Telmo de Sevilla, mediante aprobación Real se permitió a los alumnos que habían iniciado sus estudios antes del plan de 1786, pudiesen ser examinados en el Colegio de San Telmo de acuerdo con la Real Orden Circular de 12 de julio de 1783, y dar nombramiento de pilotín a los aprobados, con lo cual después de ciento seis años de funcionamiento como institución formadora de pilotos, el Colegio de San Telmo de Sevilla expediría títulos de pilotín y piloto.

Habiendo dado cuenta al Rey de la carta de Vm de 9 de Mayo ultimo, y del acuerdo de la Junta de ese Real Colegio de S. Telmo q.e la acompaña sobre su solicitud de dar nombramiento de Pilotín a los Alumnos de él Fran.co Espian, y Manuel de los santos, qe están aptos para ello, según el antiguo plan de estudios; se ha servido S.M. resolver por un efecto de su Real Piedad con que atiende a evitarles el perjuicio que les resultaría de que hubiesen de empezar de nuevo los estudios que establécen sus ordenanzas, que se dispense a estos el exâmen que para dicho grado prescriben, que el Colegio proceda desde luego a darles sus correspondientes nombramientos de Pilotines, si saliesen aprobados por los sugétos que sañála el artículo doscientos cincuenta y cinco de ellas del exâmen que súfran, igual al que

---

148 AHUS. Libro 325. p.10.



para dicho grado está establecido en las reales escuelas de Pilotos de los Departamentos de Marina, cuyo nombramiento se hará con arreglo a la Real onn circular que sobre el particular se comunicó en doce de julio de mil setecientos ochenta y tres: ciñéndose a las circunstancias, que en ella, y en las ordenanzas generales de la Armada se prescriben: todo lo qual pre-  
vengo a Vm para su inteligencia, y gobierno, y el de la expresáda Junta. Dios que a Vm ml al Sn, Ildefonso once de Setiembre de mil setecientos ochenta y siete = Valdes=Sr. Dn. Antonio Ramos<sup>149</sup>

De los diez años establecidos en el plan de 1786 para la permanencia del Colegial, los primeros se dedicaban al estudio de las primeras letras, lengua francesa y el estudio del dibujo una vez superadas las primeras letras, los alumnos considerados aptos pasaban a estudiar las Facultades náuticas, quedando el resto de tiempo para los viajes a Indias. La escuela de primeras letras estaba destinada a enseñar a leer, escribir, gramática, ortografía y doctrina cristiana, y francés al superar las primeras letras. En la clase de dibujo, empezaban copiando contornos, una vez estudiada la geometría, empezaban con la perspectiva, pasando a delinear cuerpos geométricos, instrumentos máquinas y naves, terminaban con el estudio de levantamiento de planos. Los que hubiesen superado esta formación pasarían a estudiar matemáticas y facultades náuticas, que tendría una duración de cuatro años<sup>150</sup>, según se detalla en la tabla 3. 5. Esta formación previa al inicio del estudio de facultades náuticas, significaba un hecho diferencial con el plan establecido para los pilotos en las OGA, 1748, no sólo en los requisitos de acceso, ya que se iniciaban en los estudios de náutica una vez cursado el estudio de las primeras letras, Francés y Dibujo, sino en los contenidos formativos y su calado. Lo que constituía un notable avance en la formación de los pilotos, la base teórica cada vez adquiriría mayor importancia, sin olvidar la necesaria práctica, mediante la realización de las campañas a Indias, imprescindible y obligatoria para obtener la titulación profesional de piloto.

---

149 AHUS. Libro 325. pp. 10-11.

150 De acuerdo con las Ordenanzas de 1786 tanto para el estudio de las primeras letras como para el de Facultades náuticas las horas de enseñanza eran cinco, tres por la mañana y dos por la tarde, para el dibujo se empleaba una hora y media, generalmente por la tarde, tres horas para la Cátedra de Comercio y dos para la enseñanza de francés e inglés.

**Tabla. 3.5.** Cuadro asignaturas y textos plan Colegio de San Telmo de Sevilla y Málaga 1786. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786.

Curso	Asignaturas	Textos
Primero	Matemáticas I <sup>151</sup>	Vicente Tofiño Benito Bails Antonio Rosell
Segundo	Matemáticas II <sup>152</sup>	Vicente Tofiño Benito Bails Antonio Rosell
Tercero	Mecánica <sup>153</sup>	Antonio Fernández, Santiago Zuloaga Jorge Juan y el de Artillería de Marina D. Francisco Rovira.
Cuarto	Navegación <sup>154</sup>	Tratado de Matemáticas de Étienne Bezout Tratado de Navegación de Jorge Juan Tablas de José Mazarredo Almanaque Náutico

En los artículos 189 a 258 de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786 quedaba reflejado como debía ser el curso de estudios náuticos, los exámenes, ejercicios públicos, además de los requisitos necesarios para la obtención de

151 Matemáticas I comprendía las siguientes materias: Aritmética inferior, incluyendo la extracción de raíces cuadradas y cúbicas, los cálculos decimal y sexagesimal, el conocimiento y uso de los logaritmos, la Geometría elemental con las primeras nociones de las secciones cónicas, y la Trigonometría plana. Se programaba también de manera práctica la fabricación de instrumentos geométricos.

152 Matemáticas II comprendía las siguientes materias: principios del algebra, la resolución de las ecuaciones, y la aplicación del algebra a varias cuestiones geométricas y aritméticas, y a las curvas, además de los elementos del cálculo infinitesimal, y las posibles aplicaciones a la Geometría.

153 Mecánica comprendía las siguientes materias: Fundamentos de mecánica aplicada a los usos de máquinas e instrumentos náuticos, así como a la Teoría del Buque y la Construcción Naval y nociones de las maderas y demás materiales que entran en los bajeles, el velamen y la arboladura. Una vez enseñados los fundamentos teóricos de la maniobra y de la artillería naval, dará el catedrático un manual práctico de ambas artes.

154 Navegación comprendía las siguientes materias: Trigonometría esférica e instituciones completas de la navegación, en donde a los alumnos se les debían impartir los métodos más modernos de observación astronómicos para el cálculo de la latitud y longitud, así como sus fundamentos teóricos, siguiendo el texto Suite du Cours de Mathématiques [...] de Bezout (1781).

los grados de pilotines y pilotos. Los estudios náuticos, pasaban a tener una duración de 4 años, donde la enseñanza de las matemáticas tomaba mayor relevancia que en los anteriores planes, ya que ocupaba los dos primeros cursos (o clases) completos de los estudios y una parte importante del último curso.

Junto con los cursos que se debían seguir y las materias, las Ordenanzas de 1786, también establecían en su articulado los textos que se tenían que utilizar:

#### CCIV

Mientras se publican Instituciones propias de estos estudios, se valdrán los Catedráticos de las obras que sobre dichas materias han dado á luz D. Vicente Tofiño, D. Benito Bails, y D. Antonio Rosell, señalando de comun acuerdo con el Director y los otros Catedráticos las partes que podrán tomarse de cada Autor, lo que convenga suplir, el orden y la distribución para los dos años. (p. 96).

#### CCVIII

Ya enseñados los fundamentos teóricos de la Maniobra y de la Artillería naval en las Instituciones de esta clase, dará el Catedrático un Manual práctico de ambas artes, donde se expliquen breve y claramente los términos de ellas, sus operaciones, el modo y orden de mandarlas y ejecutarlas, teniendo presentes los tratados de la Maniobra de D. Antonio Fernandez, y D. Santiago Zuloaga, y el de Artillería de Marina de D. Francisco Rovira. Y dispondrá que en algunas tardes haya leccion y exercicio de estas prácticas, ya en la clase, ya en la sala de máquinas, ya finalmente en el campo, segun fuere necesario. (pp.98-99).

#### CCIX

La obra principal de que ha de usar el Maestro será el examen marítimo de D. Jorge Juan, la qual procurará proporcionar á la capacidad de sus discípulos. Y lo que á su juicio conviniere añadir, especialmente acerca del conocimiento, fábrica y uso de algunos instrumentos y máquinas, procurará suplirlo valiéndose de la coleccion de la Real Academia de ciencias de París, de Belidor, y otros Autores clásicos. (p. 99).

#### CCX

El Piloto mayor de Sevilla dará complemento al curso en el cuarto año. Empezará su enseñanza por la Trigonometría esférica, y, seguirá con unas Instituciones completas de Navegacion. Mientras se dispone un escrito

qual corresponde, servirán los tratados de aquellas partes que dió Bezout al fin del tomo segundo, y en todo el sexto de su Curso matemático para el uso de los Marineros. Pero en el de Navegacion se procurarán ajustar los exemplos y medidas á nuestros usos, valiéndose en lo que convenga del tratado de Navegacion de D. Jorge Juan, y suplir algunas tablas con las que ha dado á luz D. Joseph Mazarredo, y las del Almanak náutico que se publica anualmente. (p. 100).

Entre los textos de matemáticas, destaca la obra de Benito Bails (1730-1797), basada en los mejores libros de texto franceses y europeos del siglo XVIII publicados hasta 1770.

En *los Principios de Matemática* (1776) se recoge fundamentalmente la parte de las matemáticas mixtas (matemática aplicada, utilitaria, como era preceptivo en el siglo XVIII). No se contemplan ni el álgebra, ni la aplicación del álgebra a la geometría ni el cálculo infinitesimal, que sí se recogen en los tomos segundo y tercero de su obra en 10 volúmenes: *Elementos de Matemática* (1772-1783), y que en el siglo XVIII tenía la consideración de matemática superior y al utilizar el cálculo constataba la modernidad de su obra (Ausejo y Medrano, 2015), lo que les hace afirmar que la de Bails, es una obra moderna para la matemática española por la bibliografía que aporta, los libros que cita y continúa:

La acusación que tantas veces se ha hecho a Bails de que su obra es una mera copia de otras<sup>48</sup> no deja de ser un poco sorprendente ya que, en primer lugar, es lo que se le pide, y en segundo lugar el no sólo no lo oculta, sino que da en cada momento la procedencia exacta. Intentar desmerecer el trabajo de Bails por esta razón equivale a desconocer lo que supuso para la matemática española el acercamiento a la ciencia moderna que se produjo como consecuencia de su publicación. (p.163)<sup>155</sup>

---

155 Su obra es una mera copia de otras<sup>48</sup>, los autores se refieren “fundamentalmente a Bézout”

Para el estudio de la navegación, debía seguirse el *Compendio de navegación*<sup>156</sup> para el uso de los caballeros guardias marinas de Jorge Juan (1757), obra que, en palabras de Fernández de Navarrete (1851) constituyó “no solo un digno ejemplo á los otros maestros, sino un resúmen claro y elegante de cuanto habia adelantado la navegacion hasta aquella época” (vol. 2, p. 26). De los tomos de Bezout se debía seguir la trigonometría esférica y toda la parte correspondiente a la navegación de estima y costera la astronomía náutica y la navegación astronómica en el cual se incluían los adelantos científicos del momento como: la determinación del cálculo de la longitud por distancias lunares y por métodos cronométricos, así como el cálculo de la latitud al paso del astro por el meridiano o fuera de él, como se detalla en el Anexo 2.

Con el estudio de la obra de Bezout, incluida en las Ordenanzas de 1786 la formación que iban a recibir los pilotos, les permitiría realizar una navegación astronómica científica, basada en los instrumentos de reflexión, la determinación del cálculo de la longitud por distancias lunares y por métodos cronométricos, así como el cálculo de la latitud por observación fuera del meridiano<sup>157</sup>. En consecuencia, podemos considerar que el plan de estudios de 1786 diseñado para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias, en los que se incluían entre otros los textos de Bails, Bezout y de Juan, era un plan moderno.

Una vez superadas las cuatro clases de Matemáticas y Facultades náuticas, los colegiales se embarcaban en los buques de la Real Armada o del Comercio a Indias, agregados al rancho de pilotines. Durante la navegación estaban a las órdenes del primer piloto que actuaba como maestro. Una vez finalizado el periodo de embarco correspondiente

---

156 En 1790 esta obra fue ampliada por Mazarredo, incluyendo los métodos de obtener la longitud en la mar por cronómetro y por distancias lunares. Mazarredo compuso esta obra en 1777, para la enseñanza de la navegación en la Academia de Guardiamarinas de Cartagena, donde se estudiaba manuscrito, con el título de Resumen del compendio de navegación del Exmo. Sr. D. Jorge Juan. Su uso se extendió luego a las otras Academias y fue publicado en 1790. Contenía un extracto de las seis primeras secciones de la obra de Juan y una ampliación fundamental en la sección séptima para incluir las determinaciones de la longitud “que son el sello de los adelantamientos de la Navegación en el presente siglo” [Mazarredo, 1790, Advertencia].

157 Véase en Anexo 1 Table des Matéries de Cours de Mathématiques [...] Sixième partie.

realizaban los exámenes de pilotín y piloto, según el procedimiento que expondremos en el epígrafe correspondiente a exámenes.

Este plan de estudios para la formación de los pilotos, fundamentado en las matemáticas, apartado del uso de las reglas memorísticas, introductor de los avances científicos aplicados a la navegación, con el propósito que el piloto además de realizar las navegaciones con seguridad, dotarlo de conocimientos amplios en comercio, idiomas y preparado para la investigación y publicación de artículos o manuales, realización de cartas, construcción de instrumentos, etc., como así se fomentaba en sus Ordenanzas de 1786:

#### CCXLVIII

Para que todos los que siguieren la carrera del Pilotage, procuren contribuir al deseado aumento y perfección de la teórica y práctica de las ciencias náuticas, los diarios y derroteros donde se comunicaren algunos descubrimientos ú observaciones de importancia, serán premiados a proporcion de su merito. Sobre el qual juzgará y me consultará la junta literaria para que Yo provea. Y admitirá el Director la pretensión de estos premios á qualesquiera personas que con su estudio y aplicación produgeren inventos, observaciones, prácticas ú otras noticias conducentes al fin propuesto. (p. 118).

Lo que hace que Labrador (1993) lo considere renovador y más completos que los impartidos en la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz, a lo que Sellés (2000) añade “era extremadamente ambicioso, pues llegaba a equiparar el volumen de estudios abarcado en las Academias de Guardias Marinas sino a sobrepasarlo, añadiendo incluso una materia como el comercio; todo ello impartido a lo largo de diez años.” (p. 232)

El Consejo de Indias firmó los dos mejores planes de estudios, los de 1636 y 1786 para los pilotos de la Edad Moderna, en los que tuvo en cuenta los adelantos del momento, las necesidades de la navegación, y sobre todo cimentarlos sobre una sólida base científica y en el caso de las de las Ordenanzas de 1786 añadiéndole aquellas materia útiles al negocio marítimo, para que el piloto entre sus capacidades, además

de encontrarse las competencias específicas, pudiese añadir las genéricas y las transversales, que deben poseer los profesionales, posibilitándole adaptarse a su puesto de trabajo a bordo, comprender lo que ocurre en su entorno y posibilidad de desarrollar sus propias competencias en actividades diversas.

### 3.4.2.3. Enseñanza en la Escuela de Náutica Barcelona

Durante el periodo de estudio de esta memoria, las enseñanzas en ese centro se rigieron por el memorial presentado por Sinibaldo Mas en 1769, las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773, 1778, las modificaciones de 1785 y las de 1797.

En el proyecto que presentó Sinibaldo Mas el 27 de febrero de 1769, a la Junta de Comercio, para la fundación de la Escuela de Náutica de Barcelona, el plan de estudios que proponía estaba basado en el que se seguía en las Escuelas Departamentales de Navegación, con una duración según asegura Arroyo (1989) de dos cursos escolares. Y como señala Ruiz y Pablo (1919) las materias que Sinibaldo Mas se comprometía a enseñar para la formación de los alumnos eran:

las reglas geométricas y cosmográficas; demostración y construcción de instrumentos esenciales; el tratado de la esfera celeste; el globo geoméricamente demostrado: el manejo del globo con las operaciones conducentes a la navegación; la geometría con el uso del compás; la trigonometría plana general; resolución de problemas de astronomía aplicada a la navegación; la observación del sol con los cuadrantes de dos arcos y octante; resolución de las operaciones náuticas con el cuadrante de reducción, escala plana y artificial; sector o pantómetra, canon logarítmico y canon matemático de senos, tangentes y secantes naturales y carta plana u reducida y de grados. (p. 154-155)

Las Ordenanzas de 1773 se encargaban de pormenorizar los conocimientos mínimos que tenían que poseer los aspirantes al incorporarse a la Escuela de Náutica de Barcelona, las materias que deberían estudiar y el tiempo de permanencia en cada

clase<sup>158</sup>. Las materias de estudio y el periodo de formación que estaba estructurado en cinco clases, como se muestra en tabla 3.6, se describen a continuación:

Primera Clase: Se enseñaba la Geometría elemental de uso para la navegación, Astronomía, Trigonometría; los términos de la navegación; las reglas para el cálculo de la variación de la aguja mediante la amplitud y marcación del Sol; cálculo del abatimiento del buque y corrección del rumbo de variación y abatimiento; definiciones de la esfera celeste y terrestre, con los correspondientes problemas cosmográficos; resolución de los problemas de navegación por el cálculo; correcciones que se deben hacer en la navegación, cuando no coinciden con la observación y su resolución por el cuadrante de reducción; cálculo de la latitud del observador mediante observación del Sol o estrellas y su declinación; corrección de las observaciones del Sol y su declinación mediante la utilización de operaciones y demostraciones<sup>159</sup>.

Segunda Clase: Se daba el modo de observar los astros con el cuadrante de dos arcos y con el octante de reflexión; la preparación de la aguja de marear; modos de calcular la variación de la aguja; cálculo de la latitud media, apartamiento de meridiano, la diferencia de latitud por partes meridionales y la latitud y longitud de un punto; Corrección de la fantasía de corrientes por el cuadrante de reducción; el uso de las cartas náuticas (plana y de grados crecidos); formación del calendario Gregoriano y cálculo de la hora de pleamar y bajamar en cualquier punto conocido, cálculo de la hora de salida y puesta de la Luna en cualquier paraje conocido<sup>160</sup>.

Tercera Clase: Se enseñaba las definiciones y demostraciones de las líneas tiradas en el círculo, como son cuerdas, senos, tangentes, y secantes de los arcos; las definiciones

---

158 Véase: Artículos I, VII, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI y XVII de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

159 Artículo XII de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

160 Artículo XIII de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.



de la Trigonometría plana, y de algunas Proposiciones de los Libros, 1. , 2.; 3., 5., 6., y 11. De Euclides, incluyendo las de Arquímedes, así como las demostraciones de las proposiciones de los libros de Euclides, los cuatro teoremas de la trigonometría plana, el uso de los logaritmos, senos, tangentes, y secantes, construcción y resolución de triángulos rectilíneos aplicados a la navegación por escala plana y artificial, sacabuches, sector o pantometría y algunas reglas para resolver los triángulos rectángulos<sup>161</sup>.

Cuarta Clase: se enseñaba las demostraciones de las proposiciones de los libros de Euclides pertenecientes a los teoremas citados, algunos problemas aplicados á la planimetría y geometría, con la construcción de los instrumentos más necesarios a la navegación: las definiciones y demostraciones de las proposiciones de la geometría esférica: los problemas para la construcción de los triángulos esféricos, y el modo de medir sus partes por las líneas de la escala plana<sup>162</sup>.

Quinta Clase: Se enseñaba la Trigonometría esférica, los Problemas astronómicos aplicados a la navegación, el levantamiento de planos de puertos y costas marítimas, así como las Maniobras de los buques<sup>163</sup>.

---

161 Artículo XIV de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

162 Artículo XV de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

163 Artículo XVI. de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

**Tabla 3.6.** Plan de estudios Formación de los pilotos Escuela Náutica de Barcelona 1773. Fuentes: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

Clase	Asignaturas <sup>164</sup>	Duración meses <sup>165</sup>
1 <sup>a</sup>	Geometría I Navegación I Cosmografía I Navegación Astronómica I	6
2 <sup>a</sup>	Navegación II Cosmografía II	6
3 <sup>a</sup>	Geometría II Trigonometría Plana	10
4 <sup>a</sup>	Geometría III Geometría esférica	8
5 <sup>a</sup>	Trigonometría esférica Dibujo de cartas y planos Navegación Astronómica II	Según avance del alumno

164 Se han reunido los contenidos en el articulado de las ordenanzas por asignaturas; Geometría I: geometría elemental de uso para la navegación, astronomía, trigonometría; Navegación I: ; las reglas para el cálculo de la variación de la aguja mediante la amplitud y marcación del Sol, cálculo del abatimiento del buque y corrección del rumbo de variación y abatimiento, resolución de los problemas de navegación por el cálculo; correcciones que se deben hacer en la navegación, cuando no coinciden con la observación y su resolución por el cuadrante de reducción ; Cosmografía I: los términos de la navegación, definiciones de la esfera celeste y terrestre, con los correspondientes problemas cosmográficos; Navegación Astronómica I: cálculo de la latitud del observador mediante observación del Sol o Estrellas y su declinación; corrección de las observaciones del Sol y su declinación mediante la utilización de operaciones y demostraciones.; Navegación II: modo de observar los astros con el cuadrante de dos arcos y con el octante de reflexión; la preparación de la aguja de marear; modos de calcular la variación de la aguja; cálculo de la latitud media, apartamiento de meridiano, la diferencia de latitud por partes meridionales y la latitud y longitud de un punto; Corrección de la fantasía de corrientes por el cuadrante de reducción; el uso de las cartas náuticas (plana y de grados crecidos); Cosmografía II: formación del calendario Gregoriano y cálculo de la hora de pleamar y bajamar en cualquier punto conocido, cálculo de la hora de salida y puesta de la Luna en cualquier paraje conocido; Geometría II: enseñaba las definiciones y demostraciones de las líneas tiradas en el círculo, como son cuerdas, senos, tangentes, y secantes de los arcos; las definiciones de la Trigonometría Plana, y de algunas Proposiciones de los Libros, 1. , 2., 3., 5., 6., y 11. De Euclides, incluyendo las de Arquímedes, así como las demostraciones de las proposiciones de los libros de Euclides; Trigonometría plana: los cuatro teoremas de la Trigonometría Plana, el uso de los logaritmos, senos, tangentes, y secantes, construcción y resolución de triángulos rectilíneos aplicados a la navegación por escala plana y artificial, sacabuches, sector o pantometría y algunas reglas para resolver los triángulos rectángulos; Geometría III: las demostraciones de las Proposiciones de los libros de Euclides pertenecientes a los teoremas citados, algunos problemas aplicados á la planimetría y Geometría, con la construcción de los Instrumentos más necesarios a la navegación; Geometría esférica: las definiciones y demostraciones de las Proposiciones de la Geometría Esférica: los Problemas para la construcción de los triángulos esféricos, y el modo de medir sus partes por las líneas de la Escala Plana.

165 Artículo XVII de las Ordenanzas de la Escuela de Náutica de Barcelona de 1773.

Como se expuso en el epígrafe correspondiente a centros, las Ordenanzas de 1773 fueron modificadas en 1778, en lo que respecta a la enseñanza, esta variación quedó plasmada en los artículos XII, XIII, XVI y XXII, de la siguiente forma: en el artículo XII que correspondía a la primera clase se suprimió lo que hemos considerado en la construcción de la tabla 3.6, la Navegación Astronómica I, y la parte correspondiente a la resolución de los problemas de navegación por el cálculo; correcciones que se deben hacer en la navegación, cuando no coinciden con la observación y su resolución por el cuadrante de reducción, que hemos incluido en Navegación I, que fue pasado al principio de la segunda clase. Los artículos XIV y XV permanecían exactamente igual a las del 1773, en el artículo XVI añadía la maniobra de los navíos, en cuanto a la duración de las clases se mantenía la misma duración. Con lo que la modificación de las Ordenanzas en 1778, en lo que se refiere al programa, se quedó en una simple redistribución de la primera y segunda clase y la inclusión de Maniobra en la quinta clase.

Sinibaldo Mas en 1785 propuso una modificación del plan existente que consistía en sustituir las cinco clases por dos cursos, en lo que suponía una condensación del plan de 1778, dicha modificación no se aplicó ya que en la propuesta de modificación de 1788, seguía proponiendo las cinco clases. Con lo cual se siguió aplicando el plan de 1778 hasta el 31 de mayo de 1797 que se implantó el plan Winthuysen (Ríos, 2009).

#### **3.4.2.4. Supeditación de las Escuelas Particulares de Náutica y los Colegios de San Telmo a la Armada. Las Ordenanzas de 1788 o la frustración de la formación de los pilotos de la Carrera de Indias**

La Secretaría de Estado y del Despacho Universal de Indias por Real Decreto de 8 de julio de 1787, quedó dividida en dos Secretarías, la del Despacho Universal de Indias y la de Marina. De la Secretaría de Estado del Despacho Universal de Marina pasaron a depender: la expedición de las Patentes Reales, las matrículas y los montes proveedores

de madera para construcción de buques, los nombramientos de los capitanes de puerto, la Real fábrica de artillería de Ximena y los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga al igual que el resto de Escuelas de Náutica (Perona, 1988).

El director general de la Armada en calidad de inspector nato de todas las Escuelas de Náutica y de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga<sup>166</sup>, la primera acción que tomó fue la reforma de las Ordenanzas de ambos colegios. Para ese cometido el secretario de Marina Antonio de Valdés y Bazán (1744-1816), contó con Francisco Javier Winthuysen y Pineda (1747-1797) comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de la Armada y José de Mazarredo Salazar Muñatones y de Cortázar (1745 -1812) jefe de escuadra, para realizar sendos informes<sup>167</sup> sobre el plan de estudios, exámenes y objeto del Colegio y si estos eran conformes a las OGA, 1748. Winthuysen emitió dos informe después de realizar visita de inspección al Colegio de San Telmo de Sevilla, uno fechado a 9 de noviembre de 1787 y otro a 16 de febrero de 1788, y Mazarredo a 9 de abril de 1788, también firmaba su informe, en el cual antes de entrar a plasmar sus consideraciones, exponía en lo que denominaba “Reflexiones preliminares”, un retrato muy preciso del piloto, en lo social, lo profesional y lo técnico, encuadrado en el tercer estamento, un práctico, con una formación académica discreta que tenía que continuar manteniéndose<sup>168</sup>.

---

166 El Colegio de San Telmo de Málaga fue creado Por Real Cédula de 16 de marzo de 1787.

167 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Documento que se adjunta al ejemplar modificado de las Ordenanzas del Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. 9 de noviembre de 1787, firmado por Francisco Javier Winthuysen.

AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Correcciones efectuadas a las Ordenanzas de 1786 por Francisco Javier Winthuysen..16 de febrero de 1788, firmado por Francisco Javier Winthuysen.

AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Informe en virtud de Real Orden de 11 de marzo último sobre la ordenanza dispuesta por el gobierno y enseñanza del Colegio de San Telmo de Sevilla. 9 de abril de 1788, firmado por José de Mazarredo.

168 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Informe en virtud de Real Orden de 11 de marzo último sobre la ordenanza dispuesta por el gobierno y enseñanza del Colegio de San Telmo de Sevilla. 9 de abril de 1788, firmado por José de Mazarredo.

El estamento al que pertenecían los pilotos, seguía marcando su destino profesional y académico, que se trazó en las OGA, 1748, en las que se diseñó para ellos una formación práctica y por el método más breve posible y comprensible, y una vez instruidos en la práctica se les darán los conocimientos teóricos imprescindibles de geometría y astronomía, así como lo necesario para poder realizar los planos de los puertos y levantar cartas<sup>169</sup>. Una muestra del modelo de piloto mercante que se tenía desde las instituciones la tenemos en la Instrucción reservada para la dirección de la junta de Estado en 1787, en el artículo CLXXXVI referido a las Escuelas de Náutica y Pilotaje (Muriel, 1839) en la que se encomendaba su aumento y perfección, pero teniendo en cuenta que, si los oficiales de la Armada tenían que mandar a los pilotos, necesariamente tenían que saber más que ellos. Por extensión se aplicaba a los pilotos particulares, el principio expresado por Sellés (2000) cuando se refiere a que la formación recibida por los pilotos de la Armada era inferior a la recibida por los guardiamarinas de Cádiz, “a la subordinación en el mando respondía, así, una subordinación en los conocimientos” (p.36). En un contexto general, se estaba un momento en el que se promulgaba la educación a todos sus niveles, pero “Sin mezclar las clases, por supuesto; habría una Educación Popular distinta en sus fines y métodos de la que recibirían las clases altas” (Domínguez, 1996, p. 161).

El cambio de dependencia orgánica de los Colegios de San Telmo de Sevilla y de Málaga, así como del resto de las Escuelas de Pilotaje de España, significó el control absoluto de las enseñanzas náuticas por parte de la Armada, fin de un largo proceso, que se inició en 1717 cuando se trasladó la Casa de Contratación de Sevilla a Cádiz y el piloto mayor Francisco Antonio de Orbe fue nombrado director de la Academia

---

169 OGA, 1748, p. 173

de Guardiamarinas de Cádiz, conservando sus anteriores cargos<sup>170</sup>, por lo que, como piloto mayor, debía continuar examinando a los pilotos de la Carrera de Indias y de acuerdo con Real Cédula de 17 de junio de 1681<sup>171</sup>, también quedaba obligado junto con el cosmógrafo a leer y enseñar la cosmografía y la navegación a los colegiales del Colegio de San Telmo de Sevilla<sup>172</sup>.

Fruto del Real Decreto de 8 de julio de 1787, se reformaron el 2 de julio de 1788 las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga. La administración de los Colegios de San Telmo pasó a regentarse por un militar de la Armada, con el grado de brigadier o capitán de navío, nombrado por el director general de la Armada<sup>173</sup>. A pesar de lo que las nuevas Ordenanzas reflejaban en este aspecto, el director general de la Armada en carta enviada con fecha de 20 de julio de 1788 a Antonio Ramos director del Colegio De San Telmo de Sevilla, con motivo del envío de cien ejemplares de las nuevas ordenanzas, aprovechaba la ocasión para comunicarle su confirmación en el cargo de director, como reconocimiento a la labor realizada al frente del Colegio.

[...] Aunque en el artículo quarenta y uno de la misma Ordenanza se previene que la dirección del Colegio recaiga en Oficial de Marina, quiere S.M. se entienda esto p<sup>a</sup>. quando fálte Vm; pues hallándose muy satisfecho del celo, esméro, è inteligencia con que desempeña Vm este encargo, és su Real voluntad continúe sirviéndolo; y así selo prevengo en esta fha al Director General de la Armada [...]<sup>174</sup>

---

170 Pulido Rubio (1950): los cargos que desempeñaba Francisco Antonio de Orbe en la Casa de Contratación de Sevilla: piloto mayor, arqueador y medidor de naos, catedrático de artillería, fortificaciones y escuadrones, catedrático de arte de la navegación y cosmografía.

171 Véase: de las Barras de Aragón (1935, p. 37). Cédula Fundacional del Colegio de San Telmo de Sevilla.

172 Véase: García Garralón (2007, pp. 229-234), en epígrafe cédulas fundacionales, las enseñanzas náuticas recibidas por los colegiales en la época del piloto mayor Francisco Antonio de Orbe.

173 Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794. Artículo 40

174 AHUS 325. p.24.

La confirmación en el cargo, pudo ser debido a la valoración que hizo de él Francisco Javier Wintuysen en el informe que realizó con ocasión de la visita efectuada al Colegio, en dicho informe fechado a 9 de noviembre de 1787, se refería al director en los siguientes términos: “en el Director he visto un sujeto de buenas circunstancias, bastante laborioso, afecto al bien del Colegio, y con muy buenos deseos, de que se combine el régimen para no separarse de el, y gobernarlo en acierto”<sup>175</sup>. Por lo que creemos que, pese a lo establecido en las Ordenanzas, esta referencia pudo ser determinante para no cesarlo.

La supresión de una Cátedra de Matemáticas, la correspondiente a la segunda clase, supuso que los colegiales pasaron de poder permanecer diez años en el Colegio, a nueve<sup>176</sup>. También se suprimió la Cátedra de Comercio en el de Sevilla permaneciendo la de Málaga<sup>177</sup> así como los profesores de dibujo e inglés<sup>178</sup>. Las Cátedras de Matemáticas y Facultades náuticas pasaron de cuatro, a tres, sustituyendo una de Matemáticas por una

---

175 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Documento que se adjunta al ejemplar modificado de las Ordenanzas del Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. 9 de noviembre de 1787, firmado por Francisco Javier Winthuysen.

176 Artículo 17 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

177 Artículo 255 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

En las Correcciones efectuadas a las Ordenanzas de 1786 por Francisco Javier Winthuysen, 16 de febrero de 1788, suprimió la Cátedra de Comercio por considerarla inútil: “Nunca conceptúo que el que estudia la profesión de Marinero pueda sin separarse de ella seguir la Carrera de Comercio. Pues un Capitán, y Piloto de un Navío Marchante, que es el que más se aproxima no se verá jamás hecho cargo de este Ramo, ni necesitará para sí, sino un Pequeñísimo Conocimiento material, aunque fuese de Maestre, no tendrá otro cargo que entregar, y Entregarse de la Carga siendo las Arribadas a Parajes extraviados de sus derrotas más propias de la Inteligencia, y determinación de un Piloto, que de un Comerciante, por lo que encuentro esta Clase enteramente inútil, y como tal la he borrado.”

178 En las Correcciones efectuadas a las Ordenanzas de 1786 por Francisco Javier Winthuysen, 16 de febrero de 1788. Para la supresión del maestro de Dibujo expone: “El maestro de Dibujo le suprimo en todos sus Lugares, como obligación del último Catedrático en el Ejercicio de esta Parte con utilidad de la Profesión. Creo que el se eximirá paraqué tiene otros encargos en la Ciudad, y por toda recompensa bastará darle las gracias por el corto tiempo, que ha servido sin hacer nada.” Con respecto al de Inglés, lo suprime por innecesario: “Se suprime el de Inglés por Innecesario, y el de Francés se le señale lo que Prescribe la ordenanza con la Circunstancia, que si sabe el Inglés tenga 100 Ducados más, que le servirá de estímulo para que lo aprenda, y se logre maestro de Idiomas Español”.

de Maniobra<sup>179</sup>. En el plano académico significaba la paralización de la evolución en la formación de los pilotos iniciada con la implantación del plan ideado por el cosmógrafo mayor de Indias Juan Bautista Muñoz y la vuelta al sistema anterior, mediante la adecuación de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo a las Enseñanzas impartidas en las Escuelas de pilotos de la Armada, calificadas por Selles y Lafuente (1984) como “práctica y discreta” (p. 164). Se desandaba el camino andado, como quedó reflejado en el informe de Winthuysen de 1788, que sirvió de guía como veremos para la implantación del plan Winthuysen en 1790, en donde plasmaba como debían ser los estudios de Matemáticas y Facultades náuticas y la justificación para el alcance que tenían que tener:

La segunda parte de los estudios son la matemáticas, que detallo en un modo, que sin quedarme en tan pequeños rudimentos como hasta aquí se ha enseñado, ni contraer la inteligencia de la profesión marinera a los preceptos del calculo analítico he formado un plan de ellos dividido en tres clases, y con el termino de tres años señalando las obras, que deben seguirse para que: concluidas lleguen a entenderse las que señala el artículo 190<sup>180</sup>.

---

179 Winthuysen en el informe de 9 de noviembre de 1787, en Causas para Alteraciones de las Ordenanzas, en el capítulo correspondiente a los catedráticos de Matemáticas, exponía: Como para el Plan de Estudios se necesitan sólo tres catedráticos ha quedado asignado este número, y pareciéndome útil, que el primero tenga alguna distinción entre los demás, le he dado la preferencia, Pues muy bien pudiera ser más moderno, que los otros, y ocupara el último lugar, que no me parece debe suceder teniendo el timón, y Gobierno de toda la Enseñanza y como estos Sujetos debe ser su principal objeto la náutica, y todo lo que conspire a su mayor perfección con el agregado de Examinadores en los Grados de Pilotos, y Pilotines me ha parecido preciso sea su Principal Inteligencia los Puntos, que asigno a las oposiciones, Pues aunque he visto, y Reconocido las últimamente echas en Madrid por orden Superior archivadas aquí, por ellas se deducen consignadas a sujetos hábiles en las matemáticas puras pero no así en las Facultades náuticas de que nada se ve ahí actuado, con que mal puede Juzgar a los que deban profesarla en todas sus partes.

Mazarredo en su informe de 9 de abril de 1788, referente a los catedráticos de Matemáticas, hacía la siguiente exposición: “Parece poca la dotación de sólo tres Catedráticos: muy difícil unirse en ellos las circunstancias de Maestros de Dibujo y Maniobra con igual utilidad que para la enseñanza de las tres clases elementales de Navegación: y muy propio (reflexión preliminar 5ª) el que haya un primer catedrático Director de todos los estudios con conocimientos superiores a los que exige aquella instrucción general el Maestro de Dibujo no la necesita: y la clase de maniobra y demás anexo a este ramo tendrá mejor desempeño en un buen Contra maestro. Por lo cual comprendo ser conveniente un 1er catedrático de Matemáticas superiores, tres iguales de las inferiores y Navegación, un Maestro de Dibujo y otro de Maniobra, y que por consecuencia deben variarse los artículos 49, 51, 54, 55, 56 y 58 con presencia del aumento del número y diversidad de calidades que se requieren para las oposiciones”.

180 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Documento que se adjunta al ejemplar modificado de las Ordenanzas del Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. 9 de noviembre de 1787, firmado por Francisco Javier Winthuysen.



Después de finalizar el estudio de las primeras letras, se iniciaban en el curso de Facultades náuticas, que duraba tres años, y se desarrollaba según la tabla 3. 7, las clases empezaban a primero de marzo en Sevilla y a primero de septiembre en Málaga, finalizando en enero y julio respectivamente, los textos a seguir los determinaría, mediante una instrucción, el comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de la Armada<sup>181</sup>.

**Tabla 3.7.** Cuadro asignaturas y textos plan 1788. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo 1788.

Curso	Asignaturas	Textos
1º	Aritmética inferior	Tratados que prevendrá en instrucción particular el comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de Armada
	Geometría elemental de Euclides	
2º	Dibujo	Tratados que prevendrá en instrucción particular el comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de Armada
	Trigonometría plana y esférica	
	Cosmografía	
	Geografía	
	Hidrografía	
3º	Artillería	Tratados que prevendrá en instrucción particular el comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de Armada
	Dibujo	
	Navegación	
	Maniobra	

La primera clase la impartía el tercer catedrático, comprendiendo las siguientes materias: Aritmética inferior, Geometría elemental de Euclides, plana y sólida y Dibujo<sup>182</sup>.

181 Artículos 158 y 185 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

182 Artículos 186 y 187 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

El segundo catedrático estaba a cargo de la segunda clase, en la que impartía los siguientes conocimientos: Trigonometría plana y esférica, formación de tablas logarítmicas y uso del cuadrante, Cosmografía, Geografía e Hidrografía, Artillería y Dibujo<sup>183</sup>. La tercera clase estaba a cargo del primer catedrático, en el cual debía enseñar elementos de navegación. Uso de las tablas astronómicas que contiene el Almanak náutico<sup>184</sup>, así como los principios sobre los que se fundamentaba, forma de calcular la longitud en la mar por distancias lunares basada en la trigonometría esférica y cronométricamente, cálculo de la meridiana, realizar prácticas de tomar alturas mediante sextantes, octantes y cuadrantes, medir distancias y levantar planos, la clase de maniobra las impartirá un maestro destinado a tal fin en la que se enseñará la nomenclatura náutica y jarcia firme y de labor, a la clase de maniobra también asistirán aquellos declarados ineptos de acuerdo con el artículo 21 de las Ordenanzas<sup>185</sup>.

Se suprimió el nombramiento de piloto mayor de Sevilla<sup>186</sup> que las anteriores Ordenanzas reservaban al primer maestro, manteniéndose el de cosmógrafos, otorgándole al

---

183 Artículos 188 y 189 Artículos 158 y 185 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

184 El Almanak náutico se editó por primera vez en España en 1786 incluido en el Estado General de la Armada de ese año.

185 Artículos 190-191 de las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794.

186 El cargo de piloto mayor que le otorgaban al primer maestro de Matemáticas las Ordenanzas de 1786, fue suprimido de acuerdo con las consideraciones realizadas por Winthuysen y Mazarredo en sendos informes.

Francisco Javier Winthuysen en el informe que realizó a 9 de noviembre de 1787, donde da cuenta de su visión de la Ordenanza del Colegio de San Telmo de 1786, en las causas para las alteraciones, en lo que se refiere a los honores que debían tener los catedráticos de Matemáticas, lo expresaba así: Para que los Catedráticos tengan los honores que conviene, y el Primero la referencia que es justa he anotado sea distinguido con el Carácter de primer Piloto de la Armada; así se verifica, la superioridad sobre los demás, manifiesta la Inteligencia que debe tener en la Profesión Náutica, y una cierta correspondencia con lo establecido en las ordenanzas de la Armada.

José de Mazarredo en su informe de 9 de abril de 1788, expresaba lo siguiente: Considero que no puedan citarse Pilotos y Cosmógrafos del siglo XVI que sirvan de modelo para los conocimientos de la teórica práctica de la navegación, sin que esta proposición deprima el mérito que contrajeron a las que se arrostraron. Afines de aquel siglo se negaba en España por Pedro Sarmiento la diferencia de la variación de la Aguja de unos pasajes a otros: y no puede negársele muy distinguido lugar entre los hombres más célebres de entonces en la Mar; pero se habrá de callar lo de conocimientos teóricos de Pilotaje; y esto mismo es el mayor argumento de las cosas unidas que necesita un Capitán y un Piloto para desempeñar cumplidamente su obligación, que no se lograría limitándose a pizarra, figuras celestes y papel como un bufete (reflexiones 2ª, 3ª, 4ª y 7ª).

primer maestro los privilegios de primer piloto honorario de la Armada, y de segundos pilotos honorarios de la Armada al segundo y tercer maestro, esta distinción venía acompañada del derecho a la utilización del uniforme usado por los de su clase<sup>187</sup>.

En las Ordenanzas de 1788 no detallaba los textos a seguir, ni bibliografía específica por la que guiarse en el curso de estudios náuticos, lo dejaba a una posterior instrucción “En tres años se dará, por los tratados que prevendrá en instrucción particular el comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de mi Real Armada” (p. 104). Sin embargo Winthuysen en sus Adiciones a la ordenanza aprobadas por S.M. que deberán observarse en este Real Colegio de San Telmo de Sevilla realizadas con fecha 16 de febrero de 1788, especificaba los siguientes textos a utilizar: para la aritmética inferior y la geometría elemental de Euclides plana, y sólida todo por el tratado de Antonio Gabriel Fernández, para el dibujo la geometría práctica del mismo autor, la cosmografía por el sistema ptolemaico, la navegación por el tratado que escribió Jorge Juan, la artillería por Josef Infante, la maniobra de Santiago Zuloaga y Antonio Fernández y una instrucción de la maniobra de Bordeaux<sup>188</sup>.

#### **3.4.2.5. Plan de Estudios Winthuysen (1790) o la consolidación de la jibarización de la formación de los pilotos**

Transcurridos casi 300 años desde que se inició la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en la Casa de la Contratación, en la que esta, estuvo impartida por los pilotos mayores y catedráticos de cosmografía, nos encontramos en un momento en el que la formación de los pilotos estaba totalmente controlada por la Armada y los Colegios y Escuelas incluidas dentro de su estructura como queda reflejado en los

---

187 Ordenanzas de los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga 1788. Texto refundido 1794. Artículo 218.

188 AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Correcciones efectuadas a las Ordenanzas de 1786 por Francisco Javier Winthuysen. 16 de febrero de 1788, firmado por Francisco Javier Winthuysen

Estados Generales de la Armada<sup>189</sup>, en el que el apartado correspondiente a los pilotos, aparecen los Colegios de San Telmo y las Escuelas Particulares de Náutica con relación de sus profesores y especificación de sus graduaciones militares, en aquellos que las ostentaban.

Los Colegios de San Telmo tenían su propio plan de estudios fruto de las Ordenanzas de 1788, y las Escuelas Particulares de Náutica seguían con lo estipulado en el Real Decreto de 12 de julio de 1783. El plan Winthuysen pretendía unificar los estudios en todas las Escuelas en un solo plan, de acuerdo con la Ynstrucción general para la Disciplina, Estudios y Exâmenes que deben seguirse en las Escuelas Reales y Particulares de Nautica del Reyno<sup>190</sup>, detalla en tres apartados el régimen que deben seguir las Escuelas Particulares de Náutica, el método de estudios y el procedimiento a seguir en los exámenes de pilotos y pilotines.

El primer apartado lo dedicó a lo que podemos denominar normas de carácter general a seguir en las Escuelas Particulares de Náutica, estructurado en diez artículos, en los cuales establece que, de acuerdo con el Real Decreto de 8 de julio de 1787, las Escuelas dependerán del capitán general del Departamento Marítimo en donde esté ubicada cada Escuela reservando la parte facultativa al comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos de la Armada del Departamento. Las Escuelas debían situarse lo más próximo al mar posible, provistas como mínimo de dos salas. Las clases se impartían por dos profesores un piloto de la Armada de primera clase y otro de segunda clase, a los cuales fijaba un salario de 400 ducados anuales al primero que actuaba como director y 300 ducados al segundo. Los maestros dependían de sus respectivo Consulados, las vacantes se comunicaban al capitán general del Departamento, quien con conocimiento del comandante de

---

189 Documento que contenía los componentes de los diversos Cuerpos de la Armada, sus destinos y graduaciones, en los correspondientes a los años 1786 al 1791, con interrupción del 1790, se incluía el Almanak Náutico.

190 M.N.M. Ms. 895.

pilotos se proponían al Rey para su nombramiento. También establecía que las Escuelas Particulares deberían tener los instrumentos necesarios para impartir la docencia, dejaba a los consulados el número de alumnos que tenía que admitir, los horarios de las clases y los embarques de acuerdo con las clases establecidas.

El segundo apartado establecía los métodos de estudios a seguir; desde los requisitos de ingreso, que eran saber leer y escribir bien, duración del curso, marcaba el inicio a primeros de septiembre para finalizar a últimos de julio, reservando el mes de agosto para la realización de los exámenes; pasando a las materias a impartir en cada curso, tal como se expone en la tabla 3.8, y desarrollamos a continuación, en la clase que denomina de matemática inferior se empezará por la Aritmética según el libro de Fernández, tres horas diarias por la mañana, se dedicarán dos horas por la tarde al Dibujo con el libro del mismo autor. La segunda clase, con los mismos horarios de la primera, la dedicaban al estudio de Cosmografía, Navegación, Maniobra y Dibujo, para lo cual dedicaban los libros de Jorge Juan, J. Mendoza y Fernández, incluyendo el cálculo de la latitud a cualquier hora del día, antes o después del paso de los astros por el meridiano y el de la longitud por distancias lunares y cronométricamente.

**Tabla 3.8.** Plan de Estudios y textos según la Instrucción Winthuysen de 1790. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de M.N.M. Ms. 895.

Cursos	Asignaturas	Textos
Primero	Matemáticas	Tratado de Fernández
	Dibujo	Tratado de Fernández
Segundo	Cosmografía	Tratado de J. Mendoza
	Navegación	
	Maniobra	Tratado de Jorge Juan
	Dibujo	Tratado de Fernández

En el nombramiento de Winthuysen como comandante en jefe del Cuerpo de Pilotos, se le daba el mandato de inspeccionar las Escuelas de los tres Departamentos Marítimos, así como a las demás Escuelas y establecer una norma común para todas ellas<sup>191</sup>.

Según Pons i Guri (1993) Winthuysen durante un año y medio estuvo visitando las Escuelas empezando por el País Vasco y acabando en las Escuelas radicadas en el Mediterráneo, dejando un ejemplar de la Instrucción y otro de instrucciones particulares del centro. En cuanto a la implantación del plan estudios, fue una medida que no se consiguió poner en vigor simultáneamente en todos los centros, el caso de la Escuela de Barcelona “No sabemos cuándo se aplicó la reforma educativa de Winthuysen, pero suponemos que fue anterior a la aplicación de las ordenanzas del 31 de mayo de 1797” (Ríos, 2009, p. 393), tampoco sabemos si se aplicó en las Escuelas Departamentales de Navegación, lo que sí sabemos es que en la Escuela Departamental de Cartagena en 1801 se seguía aplicando el método de intercalar el estudio de las asignaturas con periodos de embarque como refleja en la hoja correspondiente del Estado que manifiesta el número de Alumnos de esta Real Escuela de Navegación contenido en el Libro nº 1 de la Escuela de Pilotos de Cartagena (también llamada de Navegación), que comprende desde 1780 hasta 1801, conteniendo correspondencia oficial entre dicha “Escuela” y el capitán general de este mismo Departamento Marítimo, que reflejamos en la Figura 3.3, nos permite conocer las asignaturas que estudiaban, así como la edad con la que se iniciaban en la enseñanza del pilotaje los alumnos aspirantes a piloto de la Armada, su evolución académica y el modelo pedagógico seguido, continuador de la tradición de aunar en la formación del piloto, los

---

191 BC. Fons de la Junta de Comerç. XXVII, 43, 17.

En este nombramiento de Comandante del Cuerpo de Pilotos, observamos que es un nombramiento general hacia los pilotos, por lo que ponía a los de la mercante y los de la Armada bajo un mando común militar, como así mandaba el Real Decreto de 8 de julio de 1787.

conocimientos prácticos, a través de los viajes realizados a bordo de los buques y los científicos en las aulas; al que (Pulido Rubio, 1950, p. 64) denominó principio fundamental de la pedagogía. Intercalaban el estudio de aritmética, geometría, trigonometría plana, trigonometría esférica, cosmografía y dibujo, dependiendo la duración de los estudios de la preparación de cada alumno y de su disposición para el estudio, ya que en la Figura 3.3., en la columna correspondiente a “tiempo que estudio” a misma asignatura, el tiempo es diferente para cada alumno, intercalando entre periodos de estudio embarques de mozo, grumete y marinero, lo que les permitió conocer los diferentes cometidos a realizar a bordo de los buques<sup>192</sup>. Los Colegios de San Telmo continuaron con sus Ordenanzas de 1788 y su propio plan de estudios, lo que nos permite suponer que no se consiguió la tan ansiada unificación de los estudios para la formación de pilotos que se había pretendido con la Instrucción Winthuysen.

A este plan Sellés y Lafuente (1984) le han atribuido la introducción de adelantos en la formación de los pilotos, como: la determinación del cálculo de la latitud fuera de la meridiana y el de la longitud por distancias lunares y cronómetros:

Se trata de un plan avanzado que como vemos incluye los tres adelantos más importantes de la segunda mitad del siglo: determinación de la longitud por relojes y distancias lunares, y de la latitud por observaciones fuera del meridiano, temas mucho más importantes, a nuestro juicio que los rudimentos del cálculo infinitesimal que se preveían en las ordenanzas de San Telmo.[..]. (p.178)

De la misma consideración es Arroyo (1994) cuando al referirse a plan Winthuysen sostiene que:

---

192 Libro nº 1: En el que se copian las cartas escritas al comandante general de este departamento. Desde el mes de septiembre de 1780., en la hoja fechada a 19 de febrero de 1801. Archivo Naval de Cartagena.

Entre las novedades se incluía el cálculo de la longitud por el método de las distancias lunares, lo que suponía una rápida incorporación a los estudios de los últimos hallazgos, téngase en cuenta las efemérides para estos cálculos: se había publicado por primera vez en España, en los almanaques náuticos de 1786 y 1787(en el Estado General de la Armada), siguiendo las pautas del Nautical Almanach en 1769 y del *Connaissance du Temps* de 1779. (p. 28)

Consideraciones con las que disintimos, al estar incluidos estos contenidos en el cuarto curso del plan de estudios de las Ordenanzas de 1786. A la vez que consideramos que la inclusión del cálculo infinitesimal en la formación de los pilotos no se puede establecer como un hecho más o menos importante que el de la introducción de los denominados adelantos, no se puede justificar que el uno excluya al otro, más cuando no fue así, ya que el cálculo infinitesimal, el cálculo de la latitud fuera de la meridiana, el de la longitud por distancias lunares y por cronómetro estuvo presente en la formación de los pilotos programada en las Ordenanzas de 1786, teniendo mucho que ver la supresión del cálculo infinitesimal del plan de estudios con el modelo de piloto diseñado por la Armada, que difería con el de la Secretaría de Indias.

En cuanto al carácter innovador del plan Winthuysen, con respecto a la Escuela de Barcelona, al ser implantado los dos cursos, por la Instrucción de Winthuysen de 31 de mayo de 1797, Ríos (2009) afirma que dicha Instrucción no era innovadora, al haber sido propuesta por la Escuela de Náutica de Barcelona el 26 de febrero de 1785 y concluye: “No consideramos que los métodos de estudios de las ordenanzas de 1773 y de 1778 fuesen peores que el método de Winthuysen, ya que en algunos aspectos podían ser superiores a este.” (p. 397). A lo que añadimos que, por el Certamen Matemático celebrado en Barcelona en 1777, tenemos conocimiento que ya se estudiaba el cálculo de la latitud fuera de la meridiana, en la asignatura de Trigonometría esférica:



[...] y por último resolverán y demostrarán todos los problemas astronómicos que se les dieran, hallando con justificación los términos necesarios a la Navegación; y manifestarán el modo de hallar la latitud del punto en que está el Navío, no solo quando el Sol está en el meridiano del Observador, sino también estando apartado de él<sup>193</sup>.

Los adelantos se iban incluyendo en las Escuelas y Colegios de San Telmo, aunque no estuviesen en el programa de estudios marcado en las OGA, 1748 para los pilotos. Winthuysen, en su aportación a las Ordenanzas de los Colegios de San Telmo 1788 consistió en reducir la carga lectiva y los contenidos formativos del plan de 1786 y así continuó en la Instrucción general para la Disciplina, Estudios y Exámenes que deben seguirse en las Escuelas Reales y Particulares de Nautica del Reyno de 1790, en la que suprimiendo materias, adelgazando de contenido los programas de estudio y acortando su duración, hasta conseguir el modelo de piloto diseñado por la Armada.

---

193 AGS. Legajo 213.

Estado que manifiesta el num. de Alumnos de esta Escuela de Navegación

Los que han concluido sus clases y navegan	Edad años	tiempo que está en el mar	Suplen-encias	Dibujos	Aplicación	Calen- to
José Espiter	18	2...5	Buena	Buena	Buena	Buena
José de Haya	15	2...4	Ym	Ym	Ym	Buena
En Naveg. y pronto para embarcarse						
Buena José de	17	3...	Ym	Ym	Ym	Ym
Cronografía						
Fran. Guillen	14	2...4	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
Pedro José García	17	3	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría Plana						
José de Cuenca	15	1...8	Ym	Ym	Mediana	Mediana
Aritmética y Geometría						
Pedro López	16	1...8	Ym	Ym	Poca	Ym
Trigonometría						
José Ant. Castellón	19	1...11	Ym	Ym	Buena	Ym
Ant. Cordoba	15	1...10	Buena	Ym	Ym	Ym
Torres de Alcañiz	17	2...1	Mediana	Nada	Ym	Ym
Trigonometría						
Felipe Riso	13	1...2	Ym	Ym	Mediana	Mediana
José Alcañiz	13	1...3	Ym	Ym	Ym	Buena
Trigonometría						
José Carrasco	13	1...3	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
José María Olaso	15	1...7	Ym	Ym	Buena	Mediana
Trigonometría						
José Oton	16	1...8	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
José Oton	16	1...5	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
José Madrid	15	1...8	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
Manuel Juanes	14	1...5	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
José Ruiz	15	1...5	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						
José Ballerín	13	1...1	Ym	Ym	Ym	Ym
Trigonometría						

Cartagena 19 de Febrero de 1801

Figura 3.3: Estado que manifiesta el número de alumnos que estudian en esta Escuela de Navegación (Cartagena, 1801) con plaza y ración de gente de mar. Fuente: ANC, Caja 886. Libro nº 1.

### **3.4.3. La transición a la navegación astronómica científica en la formación de los pilotos**

La formación de los pilotos hasta la primera mitad del siglo XVIII, estuvo anclada en el plan de 1552, fundamentado en instrumentos de tomar alturas obsoletos y conceptos científicos superados. El modelo de piloto que proyectaban, continuaba siendo el de un piloto “practicón”.

Mientras el Museo Matemático de Bilbao en 1742, puso en marcha un plan de estudios para la formación de pilotos, muy ambicioso, alejado del patrón que seguía el ideado por la Casa de Contratación, constituido por engorrosas explicaciones de cosmografía, el uso de reglas nemotécnicas, la memorización de los conceptos y la utilización de los viejos instrumentos de tomar alturas. En cambio, el Museo Matemático promovió un modelo de formación actualizada, en el que el maestro Archer no sólo tuvo en cuenta los adelantos de la ciencia y de la técnica, si no que mediante la utilización de métodos deductivos, en los que utilizaba la herramienta matemática, los instrumentos de reflexión para tomar alturas con sus correcciones correspondientes y los descubrimientos astronómicos más recientes, puso al piloto en disposición de poder aplicar los nuevos métodos de posicionamiento en la mar que tenían que llegar, como el cálculo de longitud por distancias lunares y por cronómetros.

Establecido en el capítulo 2, el instante en que se dio la transición a la navegación astronómica desde el punto de la ciencia. En cuanto a la formación de los pilotos la transición se dio en el instante en que todos los elementos descritos se incluyeron en sus planes de estudio para la formación de los pilotos. El primer plan de estudios que cumplió todos estos requisitos fue la Escuela de Náutica de Bilbao en el plan de 1742 diseñado por el piloto particular Miguel Archer.

### 3.4.4. Exámenes

Los que pretendían plaza de piloto de la Armada eran examinados por el piloto mayor, con asistencia de sus ayudantes o de otros dos pilotos hábiles. El examen versaba sobre los puntos esenciales del Arte de Navegar y uso de los instrumentos precisos para su práctica. Los candidatos declarados aptos se consignaban en certificación firmada por el piloto mayor y por los ayudantes o los pilotos que hubiesen asistido, con la expresión con la cual debían ser admitidos. Poseer esta certificación también se estableció como obligatorio para todos aquellos que quisieran conseguir plaza como pilotos en navíos particulares, con lo que, a partir de este momento, quedaban también obligados a examinarse en las Escuelas Departamentales de Navegación, tal como especificaba el artículo XVIII del título primero del tratado cuarto de las OGA, 1748.

En ningun Navio de Particulares , con efpecialidad de los que naveguen en la carrera de Indias , fe dara plaza de Piloto a el que no prefente aprobacion del Piloto mayor de la Armada , ò de qualquiera de los Directores de Pilotos de los Departamentos , quienes deberan examinarlos del mismo modo, que los que hayan de admitirfe para fervicio de mi Armada , y darles Certificacion de que confte; y el Piloto mayor tendrá lifta de todos los que fe examinen , y aprobàren , para las ocafiones en que fea neceffario emplearlos en mi fervicio. (p.166)

La obligatoriedad de examinarse a los pilotos particulares en las Escuelas Departamentales, significó de hecho, la unificación de conocimientos exigidos para obtener el título de piloto.

Los exámenes para pilotos se siguieron realizando en los Departamentos Marítimos hasta 1783 que por Real Orden de 12 de julio se facultó a los directores de Departamento y maestros de Escuelas de Náutica, para examinar pilotos de acuerdo con lo establecido en los artículos VI y VII tratado IV, título I de la primera parte de las OGA, 1748. Esta Real Orden introducía la posibilidad de obtener el título de piloto restringido a los mares de Europa, para aquellos que no hubiesen navegado un mínimo de viajes a América, mientras

que para poderse examinar de pilotín de la Carrera de América tenían que justificar “haber hecho dos viages redondos à aquellos dominios exerciendo el arte de navegacion, ó un viage solo, como en él haya hecho algunas travesias, ó el viage redondo y algunas campañas en Europa en los baxeles de S.M.”<sup>194</sup>, también se establecía los “viajes” necesarios a América para optar a segundo y primer piloto, fijándolos en tres y cinco respectivamente.

El colegio de San Telmo de Sevilla no tenía la autorización preceptiva para realizar exámenes de piloto y pilotín que tenían las Escuelas de Náutica, por lo que los alumnos del Colegio tenían que ir a examinarse a los Departamentos Marítimos, con toda la problemática que conllevó, como hemos podido comprobar por el mencionado informe de Porlier y Machado de 1785. Este orden de cosas continuó hasta la promulgación de las Ordenanzas de 1786 para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla que mediante el artículo CXCVIII a los catedráticos de Matemáticas se les otorgaban los honores de cosmógrafos, reservando para el más antiguo el de piloto mayor de Sevilla con las prerrogativas del antiguo piloto mayor de la Casa Audiencia de la Contratación. Conforme a esas prerrogativas en el artículo CCXLIX se les facultaba a examinar y dar títulos y grados de pilotines y pilotos:

Como en conformidad á las Leyes de Indias el Piloto mayor y los Cosmógrafos de la casa Audiencia de Contratación tienen facultad de examinar y dar cartas de Maestros y Pilotos; y segun estas Ordenanzas deben exercer aquellos oficios los quatro Catedráticos de ciencias matemáticas y náuticas: es mi voluntad que en el Colegio residan las facultades necesarias para examinar y dar títulos y grados de Pilotines y Pilotos en la forma siguiente. (p. 118)

Mediante estas Ordenanzas el Colegio de San Telmo de Sevilla, no sólo podían examinar y emitir títulos de pilotín y piloto, sino que lo hacía con su propio ordenamiento, desvinculado de la Armada.

---

194 Real Decreto de 12 de julio de 1783, por el que se autorizaba a las Escuelas de Náutica Españolas con Real aprobación a realizar los exámenes y expedir los títulos de piloto. Publicado en la gaceta de Madrid a fecha 1 de agosto de 1783.

Los alumnos después de haber cursado los cuatro años de Facultades náuticas y realizado las prácticas correspondientes, con sus preceptivos viajes a Indias eran examinados de pilotines de acuerdo con la tabla 3.9, quedando obligados a seguir la profesión de pilotaje en la Marina Real o mercante.

**Tabla. 3.9.** Requisitos exámenes pilotines y pilotos Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de las Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla 1786.

Titulación	Requisitos	Examen y duración	Tribunal Examinador	Calificación
<b>Grado de Pilotín</b>	Ser natural de mis dominios, de buenas costumbres, haber realizado tres campañas a Indias y exhibir los diarios de esta navegación legítimamente autorizados y además el director tomará seguros informes de su conducta.	1 <sup>er</sup> Ejercicio: Mecánica con aplicaciones á la Construcción, Maniobra, y Artillería naval (2 horas). 2 <sup>o</sup> Ejercicio: Navegación (2 horas)	Los autorizarán con su asistencia el juez conservador; el prior del consulado, o en su defecto el cónsul á quien toque; y el director. secretario: El contador Examinadores: Los cuatro catedráticos de Matemáticas y Facultades náuticas, como piloto mayor cosmógrafos y un piloto examinado, si le hubiere en Sevilla a nombramiento del director. Los examinadores serán cinco, siendo como mínimo tres.	Hábil Aventajado Excelente
<b>Grado de Piloto</b>	Estar en Posesión del título de pilotín, haber realizado dos campañas más a las Indias, presentar los Diarios de Navegación, tener veinticuatro años de edad y el director tomará seguros informes de su conducta.	1 <sup>er</sup> Ejercicio: Mecánica con aplicaciones á la Construcción, Maniobra, y Artillería naval (2 horas). 2 <sup>o</sup> Ejercicio: Navegación (2:30 horas)	Los autorizarán con su asistencia el juez conservador; el prior del consulado, o en su defecto el cónsul á quien toque; y el director. Secretario: El contador Examinadores: Los cuatro catedráticos de Matemáticas y Facultades náuticas, como piloto mayor Cosmógrafos y un piloto examinado , si le hubiere en Sevilla a nombramiento del director. Los examinadores serán cinco, siendo como mínimo tres	Hábil Aventajado Excelente

La dirección de los Colegios de San Telmo y las demás Escuelas de Pilotaje, mediante Real Decreto de 8 de julio de 1787 pasaron a depender de la secretaría de Estado y del Despacho Universal de Marina, quien derogó las Ordenanzas de 1786 estableciendo las de 1788, el plan establecido en las Ordenanzas de 1788 en sus artículos 249 y 250 facultaba a los Colegios de San Telmo para realizar los exámenes para obtener el Grado de Piloto y Pilotín, en la misma forma en la que lo hacían las Escuelas Particulares, siguiendo el mismo procedimiento que el descrito para 1783. Los tribunales de examen estaban compuestos por los tres catedráticos, el maestro de Maniobra y un piloto aprobado nombrado por el director, el contador asistía como secretario. Los alumnos eran aprobado o reprobados por votación secreta, dándole el título correspondiente a los aprobados, teniendo que pasar nota el director a los comandantes de pilotos de la Armada, al del Departamento de Cádiz el Colegio de Sevilla y al de Cartagena el de Málaga<sup>195</sup>.

La intención unificadora de Winthuysen en 1790 desarrolló el procedimiento a seguir y los requisitos que se debían cumplimentar en los exámenes de pilotines y pilotos en el apartado de la Instrucción denominada Método y formalidades para los exámenes de pilotos y pilotines. En el tercer apartado se ocupaba de los exámenes de pilotos y pilotines, como debían ser, los contenidos, los instrumentos que tenían que presentar y la emisión del título. Siendo el procedimiento como vemos en la tabla 3.10, el siguiente: los que querían examinarse tenían que solicitarlo ante el Consulado correspondiente, los exámenes se realizaban los jueves ante un tribunal del Consulado, en el cual estaban presentes los dos maestros de la Escuela y alguno de los capitanes y primeros pilotos que se encontraran. Para pilotines tenían que presentar los instrumentos que se especificaban en la Real circular de 12 de Julio de 1783, y eran interrogados por el tribunal sobre las materias correspondientes a la primera y segunda clase. Los primeros y segundos pilotos –con mando-, lo

---

195 Ordenanza de S.M. para los Reales Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga. (1794). Artículos 249 – 254.

mismo que los pilotines, añadiendo las tablas astronómicas para el cálculo de la longitud, la Maniobra y armamento de un buque, navegación en condiciones desfavorables, y sinietros. Debían conocer los puertos de los tres departamentos marítimos y forma de maniobrar en los no conocidos y las pruebas para conocer las propiedades de un buque nuevo: flotabilidad, estabilidad, estanqueidad, maniobrabilidad, velocidad, autonomía y solidez, así como su estiba y carga. Finalizados los exámenes, a los aprobados se les despachará su carta de examen firmada por los miembros del tribunal.

**Tabla. 3.10.** Requisitos exámenes pilotines y pilotos plan Winthuysen. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de M.N.M. Ms. 895

Titulación <sup>196</sup>	Requisitos	Examen	Tribunal Examinador	Calificación
<b>Pilotín</b>	Haber aprobado los dos primeros cursos establecidos.  En el caso de examinarse para la Carrera de América haber realizado dos campañas a América, o un viaje solo, si ha hecho algunas travesías o el viaje redondo a Europa.  Estar provisto de instrumentos, libros, noticias y cartas necesarias	Aritmética Geometría Trigonometría plana Trigonometría esférica Dibujo Cosmografía Navegación Derrotas Europa y América Establecimientos de mareas Maniobra	Tribunal del consulado o algún miembro de él, 2 profesores, algunos de los capitanes y pilotos que hubiese.	Los aprobados por mayoría de votos: Apto

196 En caso de no haber efectuado viajes a América el título era restringido a Europa.



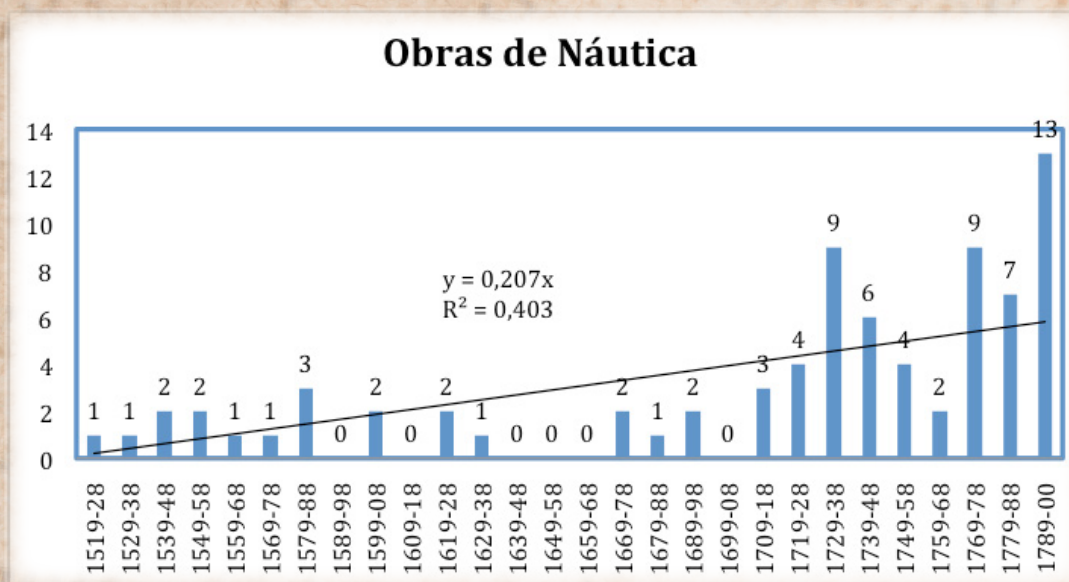
Titulación <sup>196</sup>	Requisitos	Examen	Tribunal Examinador	Calificación
<b>Segundo y primer piloto</b>	Para segundo piloto tener el título de pilotín haber realizado tres campañas a América, y para primer piloto cinco viajes	Ampliación de las materias vistas anteriormente Tablas astronómicas para el cálculo de la longitud Maniobra, Armamento y defensa de un buque para dar caza o evitarla Navegación en condiciones de mala mar o accidentes marítimos Conocimiento de la maniobra de entrada en los tres puertos departamentales y procedimiento a seguir en los no conocidos Pruebas para conocer las propiedades del buque nuevo Estiba y carga de los buques	Tribunal del consulado o algún miembro de él, 2 profesores, algunos de los capitanes y pilotos que hubiese.	Los aprobados por mayoría de votos: Apto

Este procedimiento para realizar los exámenes establecidos en la Instrucción Winthuysen, permaneció vigente durante todo el periodo objeto de este estudio.



## CAPÍTULO 4.

# LOS TEXTOS NÁUTICOS ESPAÑOLES, SIGLOS XVI AL XVIII, ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO





A lo largo de los siglos XVI y XVII, a los que el hispanista norteamericano George Ticknor denominó “Siglo de Oro”, en su *Historia de la literatura española* (Lara Martínez, 2015), la Corona española se preocupó de crear cargos científicos y de mejorar la formación de los pilotos.

Bajo el nombre genérico de *Regimiento de Navegación* se publicaron numerosos tratados o libros de navegación, en donde se recogían los conocimientos necesarios para que los marineros pudiesen superar el examen de piloto de la Carrera de Indias. Generalmente solían contener unos breves conocimientos sobre la esfera, el cálculo de la altura del polo por meridiana de Sol y por la altura de la Polar, el uso y fabricación de los instrumentos de navegación: la aguja y la carta de marear, el astrolabio y la ballestilla; como se han de marcar las agujas, el uso general del reloj diurno y nocturno y el cálculo de mareas. En definitiva, eran manuales de navegación destinados a poner a punto los conocimientos de los pilotos de la Carrera de Indias.

Como hemos visto en el capítulo 2 correspondiente a la navegación, los españoles y los portugueses en sus viajes al oeste y por la costa africana, fueron los primeros que utilizaron la navegación astronómica en el Atlántico, para lo cual se valieron de astrolabio y tablas de declinación del Sol para el cálculo de la latitud al mediodía.

Los portugueses crearon la llamada *Guía de Munich* (ca. 1509), considerada por Sellés (1994) como la obra impresa de navegación más antigua, y la *Guía de Évora* (ca. 1516), que incluían los “Regimientos” o conjunto de reglas que los pilotos tenían que utilizar para determinar la latitud en que se encontraban: el “Regimiento de la Polar”

para calcular la latitud por la altura de la Polar y el “Regimiento del Sol” para calcular la latitud observada por la altura meridiana del Sol. También incluían la traducción al portugués de la *Esfera* de Sacrobosco y tablas de declinación del Sol.

En esta época, la mayor parte de los libros de navegación se escribieron fomentados directa o indirectamente por la Casa de la Contratación de Sevilla, constituyendo una de las principales aportaciones españolas a la literatura científico-técnica de todos los tiempos. En efecto, las obras de Pedro Medina (1493-1567) y Cortés (1510-1582) resultaron ser textos fundamentales no solo para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias sino también para la de los pilotos europeos, como lo demuestran las ediciones que se hicieron del primero en Francia, Italia, Inglaterra y Países Bajos, que sumaron un total de 20 ediciones entre los años 1554 y 1633, mientras que del texto de Cortés se realizaron 9 ediciones en Inglaterra, entre los años 1561 y 1630, lo que le llevó a afirmar a Guillén Tato (1943) *Europa aprendió a navegar en libros españoles*, frase que dio título a su folleto sobre los Regimientos y Artes de Navegar de los siglos XVI y XVII.

Mientras que el siglo XVI supuso una época de esplendor en la ciencia española, el siglo XVII, coincidiendo con el reinado de los Austrias Menores (1598-1700), fue de declive, “pensemos que la ciencia náutica rumió durante todo el XVII [...]” (Guillén Tato, 1935, p. 44). En un contexto europeo, a esta etapa se le reserva el calificativo de “revolución científica”, marcado por la construcción de la física y la astronomía moderna, con astrónomos como Galileo, Kepler y Newton. Etapa en la que López Piñero (1979) sitúa a España fuera del punto de partida de la “revolución científica” debido a los obstáculos que fueron creciendo a lo largo del siglo XVI, que la aislaron de las corrientes europeas imposibilitando su inserción en la sociedad.

Por otra parte autores como Sánchez Martínez (2010) y Navarro Brotons (2014) consideran que el término de revolución científica va más allá de la construcción de la física y la astronomía, ampliándola a la geografía y la cartografía que experimentaron un

gran desarrollo en los siglos XVI y XVII. A lo que Navarro Brotons citando a la Dra. Ursula Lamb pone de manifiesto el desarrollo que tuvieron las ciencias de la naturaleza en la España de los Hamburgo, a lo que añade “A mí me gustaría concluir, de forma similar, diciendo que no se debería escribir la historia de la astronomía moderna, en particular, y de la ciencia, en general, ignorando la labor desarrollada por los pilotos y cosmógrafos portugueses y españoles.” (Navarro Brotons, 2014, p. 194)

La producción de obras náuticas en el siglo XVII, aunque fue igual en número a la del XVI, no alcanzó la misma proyección europea.

En el siglo XVIII, se resolvió el cálculo de la longitud geográfica en la mar por el cronómetro marino y por el método de distancias lunares, que han sido tratados en el capítulo 2.

El Real Observatorio de Cádiz publicó en 1791 el «Almanaque Náutico y Efemérides Astronómicas para el año bisiesto de 1792 (Sellés, Peset y Lafuente 1988). A partir de ese momento los tratados de navegación se fueron adaptando, introduciendo los nuevos procedimientos, y la formación de los pilotos adecuándose a ellos, lo que les permitió afrontar a finales del siglo XVIII la navegación astronómica científica.

#### 4.1. LA IMPRENTA COMO INSTRUMENTO POSIBILITADOR DE LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA NÁUTICA EN ESPAÑA

La imprenta se introdujo en España en 1472, por el obispo de Segovia Juan Darias Ávila, cuando ya hacía dos décadas que se utilizaba en Alemania, Suiza, Italia y Francia (Reyes Gómez, 2005). La introducción de la imprenta, facilitó la difusión de textos científicos, especialmente manuales, dedicados a la enseñanza, y limitado a exposiciones elementales sobre problemas prácticos. Para la información científica, el manuscrito, siguió siguiendo un vehículo importante de difusión. No en todas las disciplinas el manuscrito tuvo el mismo peso. Así, por ejemplo, en el campo de la medicina, el libro impreso, expresa una imagen válida, aunque incompleta, del saber médico en el siglo XVI; sin embargo, no ocurre lo mismo con la náutica, la mineralogía o la ingeniería, en donde los textos más importantes de estas materias, se difundieron y se conservan en forma manuscrita<sup>197</sup>, constituyendo los libros impresos una minoría de escasa representatividad (López Piñero, 1979).

La imprenta posibilitó la difusión a gran escala de las diversas áreas del saber, así como la propagación de todo tipo de ideas; religiosas, políticas, científicas. Ante este nuevo potencial difusor de la imprenta, siguiendo la tradición censora, los Reyes

---

197 Durante los siglos XVI y XVII se difundieron libros manuscritos sobre navegación, o tratados del arte de navegar. *El libro de las longitudes* [...] de Alonso de Santa Cruz (1530) (Fernández de Navarrete 1851, TI, pp. 27-31), *Itinerario de navegación* [...] de Juan de Escalante (1575) y el *libro primero de la navegación* de Diego Pérez de Mesa (1596/1598), *Tratado de la carta de marear* [...], de Juan Cedillo Díaz (1606), *Arte de Navegar* [...] de Juan Gallo de Miranda (1621) (Arroyo, 1989, p. 46). Fernández Duro (1895) indica la existencia en la Real Academia de Historia de cinco volúmenes manuscritos, sobre Cosmografía y Navegación, de autores desconocidos titulados: *Breve tratado de Cosmografía*, *Tratado de Cosmografía*, *Tractatus de arti navegandi*, *Breve Tratado de Cosmografía y Arte de Navegar*, *Tratado de Cosmografía y de Geometría General y Particular*. En la sección de manuscritos de la Biblioteca Nacional se encuentra un manuscrito titulado *Ludovici* de Angulo Hispani. En la Biblioteca de S.M. el Rey, se encuentra el libro manuscrito por el piloto Juan Bermejo, titulado *Libro de derrotas de la costa de España, Francia, Inglaterra y Flandes*. [...] y en la Biblioteca de la Academia de Historia se encuentra *Quatri partitu* [...] de Alonso de Chaves (1520/1538). Del siglo XVIII, se conserva en la Biblioteca del Real Observatorio de la Armada el *Tratado de navegación* manuscrito de Nicolás Guerrero de Torres (1720).



Católicos emitieron en Toledo, el 8 de julio de 1502 una pragmática por la que se reserva a la autoridad el derecho de conceder licencias previas a la impresión de los libros:

De los libros y sus impresiones, licencias y otros requisitos para su introducción y curso.

#### LEY I

D. Fernando y D<sup>a</sup> Isabel en Toledo por prág. De 8 de Julio de 1502.

Diligencias que deben preceder la impresión y venta de libros del Reyno, y para el curso de los extrangeros.

Mandamos y defendemos, que ningún librero ni impresor de moldes, ni mercaderes, ni factor de los suso dichos, no sea osado de hacer imprimir de molde de aquí adelante por via directa ni indirecta ningun libro de ninguna Facultad ó lectura ó obra, que sea pequeña ó grande, en latin ni en romance, sin que primeramente tenga para ello nuestra licencia y especial mandado, ó de las personas siguientes: en Valladolid ó Granada los Presidentes que residen:, ó residieren en cada una de las nuestras Audiencias que allí residen; y en la ciudad de Toledo el Arzobispo de Toledo; y en la ciudad de Sevilla el Arzobispo de Sevilla; y en la ciudad de Granada el Arzobispo de Granada; y en Búrgos el Obispo de Búrgos; y en Salamanca y Zamora el Opispo de Salamanca: ni sean asimismo osados de vender en los dichos nuestros Reynos ningunos libros de molde que truxeren fuera dellos, de ninguna Facultad ni materia que sea, ni otra obra pequeña ni grande; en latin ni en romance, sin que primeramente sean vistos y examinados por las dichas personas, ó por aquellos á quien ellos lo cometieren, y hayan licencia dellos para ello; so pena que por el mismo hecho hayan, los que los imprimieren sin licencia, ó vendieren los que truxeren de fuera del Reyno sin licencia, perdido y pierdan todos los dichos libros, y sean quemados todos públicamente en la plaza de la ciudad, villa ó lugar donde los hubieren hecho, ó donde los vendieren; y mas pierdan el precio que hubieren rescibido, y sedes diere; y paguen en pena otros tantos maravedís corno valieren los dichos libros que así fueren .quemados: la qual dicha pena mandamos, que sea repartida en tres partes; la una parte á la persona que lo denunciare, y la otra para el Juez .que lo. sentenciare, y la otra para la nuestra Cámara y Fisco; y demas mandamos, que no puedan usar mas del dicho oficio. Y encargamos y mandamos á los dichos Perlados, que con mucha diligencia hagan ver y examinar los dichos libros y obras, de qualquier calidad que sean, pequeña ó grande, en latin ó en romance, que así hubieren de venderé imprimir: y las obras que se hubieren de imprimir, vean de que Facultad son; y las que fueren apócrifas y supersticiosas, y reprobadas, y cosas tiranas y sin provecho, defiendan que no se impriman; y si las tales se hubieren traído imprimidas de fuera

de nuestros Reynos, defiendan que no se vendan: y las otras que fueren auténticas, y de cosas probadas, y que sean tales que se permitan leer, ó en que no haya duda, estas tales, ahora se hayan de imprimir, ahora se hayan de vender, hagan tomar un volúmen dellas, y exâminarlas por algun Letrado muy fiel y de buena conciencia de la Facultad que fueren los tales libros y lecturas; el quai sobre juramento, que primeramente haga, que lo hará bien y fielmente, mire si la tal obra.está verdadera, y si es lectura auténtica ó aprobada, y que se permita leer, y que no haya duda; y siendo tal, den licencia para imprimir y vender; con que después de imprimido, primero lo recorran, para ver si está qual debe, y así se hagan recorrer los otros volúmenes, para ver si estan concertados: y al dicho Letrado hagan dar por su trabajo el salario que justo sea; con tanto que sea muy moderado, y de manera que los librereros é imprimidores, y mercaderes y factores de los libros, que lo han de pagar, no resciban en ello mucho daño. (Recopilación, 1805, vol. 4, pp. 122-123)

La pragmática de 8 de julio de 1502 constituyó el inicio de la legislación en materia de impresión en España, tal como lo recoge la *Novísima Recopilación* de 1805. En la Edad Moderna, en España, el Estado intervino el contenido del libro mediante el privilegio de impresión, la censura, la tasa y depósito legal (García Cuadrado, 1996).

Existe divergencia sobre cuál fue el primer libro en España al que se le concedió privilegio de impresión, Simón Díaz lo atribuye al *Lexicon* de Nebrija entre 1490 y 1492, mientras que H. Escolar señala que el primero se le concedió en 1498 al impresor Pedro Hagenbach para el libro *Cura de la piedra* de Julián Gutiérrez (como cita García Cuadrado, 1996). Esta práctica, no apareció de forma simultánea en los diversos países de Europa, en Italia está documentado que los primeros privilegios de impresión se otorgaron en 1469 a Joannes Spira y a Antonio Caccia (Ayllón, 2011) y en Francia en 1507 (García Cuadrado, 1996).

El privilegio de impresión no se otorgaba con carácter general para todo el territorio español, es decir, que para cada reino se tenía que solicitar un nuevo privilegio que, se obtenía después de ser presentado en el Consejo, visto y revisado por la persona designada por él. Cumplida esta formalidad, se le expedía la licencia en nombre del Rey y el escribano de cámara firmaba cada una de las hojas del original, señalando las enmiendas

que procedieran y finalmente era entregado para su impresión. Una vez impreso el libro, se depositaba en el Consejo el original y dos volúmenes. Comprobado que coincidían, se imprimían haciendo constar la licencia, la tasa y privilegio, nombre del autor, el del impresor y lugar donde se imprimió (Recopilación, 1805, vol. 4).

La duración del privilegio de impresión paso de los iniciales 3 años a 5 llegando a 10 y en determinados casos a 40 años. La titularidad del privilegio inicialmente se les concedía a los impresores, finalmente pasó a autores y recopiladores (García Cuadrado, 1996).

La gran potencialidad difusora de la imprenta y el resurgimiento de la reforma protestante y del pensamiento erasmista en el plano ideológico determinaron la lucha contra las obras sospechosas. El principal objetivo de la censura era evitar que por medio de los libros se propagase la herejía en España, “Así pues, la doctrina oficial fijaba como objetivo de la censura evitar que por medio de los libros se propagase la herejía, término que durante la mayor parte del período de plena actividad censora fue sinónimo de protestantismo” (Pardo, 2003, p.5). En cuanto a la ciencia, el tema más importante fue la prohibición de la teoría heliocéntrica, decretada por la Congregación romana en 1616 (Pardo, 2003).

Bethencourt (1997) recoge un interesante estudio que nos acerca a la incidencia que tuvo la censura en España en la producción y circulación de los libros científicos en los siglos XVI y XVII. El estudio se realizó teniendo en cuenta los índices de los libros prohibidos y los inventarios de los libros confiscado, entre 1592 y 1682 en los buques, librerías y bibliotecas.

Así, nos encontramos con 461 autores (349 de la primera clase del Índice y 112 de la segunda) incluidos en los índices desde 1559 a 1707, 759 obras científicas citadas (expurgadas o prohibidas) y un total de 204 títulos científicos confiscados durante las visitas. (Bethencourt, 1997, p. 263)

La censura se prolongó durante el siglo XVIII tratando de garantizar el control sobre el pensamiento, la defensa de la producción intelectual y vigilar el orden público,

la cultura y el buen gusto (Bragado y Caro, 2004). Teniendo una presencia constante durante el periodo comprendido en este trabajo.

El precio (tasa) al que debía venderse el libro se incluyó en la pragmática de 1558 “y que en principio de cada libro, que así se imprimiere, se ponga la licencia y la tasa, y privilegio, [...]” (Recopilación, 1805, p.124). Mientras que, en la pragmática de 1598 se extendió la obligatoriedad de fijar el precio a los libros extranjeros, designando al Consejo como órgano encargado de la tasación y mediante auto de 22 de noviembre de 1752, del juez de Imprentas, también lo fue de aplicación para las reimpressiones (Recopilación, 1805).

García Cuadrado (1996) utiliza el término deposito legal para agrupar la legislación que obliga a autores y editores a entregar volúmenes de las obras impresas a instituciones y particulares.

## 4.2. ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

Se ha realizado el cálculo y análisis de los datos obtenidos sobre los textos de navegación escritos en el periodo descrito bajo el concepto de bibliometría, en el sentido expresado por López Piñero (1972) y Spinak (1996), tal como cita Arnuy (2012): “La bibliometría, por su parte, se centra esencialmente en el cálculo y en el análisis de los valores de lo que es cuantificable en la producción y en el consumo de la información científica.” (p. 4).

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio sobre la producción de textos de náutica editados en España (primera edición) entre los siglos XVI al XVIII (véase Anexo 1), para conocer cómo se comportaron las variables que intervienen en su producción y edición:

- La relación autores y número de textos por siglos.
- Los textos de navegación editados.
- La producción por lugares de edición.

- La productividad por autores.
- La profesión de los autores.

Para aproximarnos al tema, hemos estudiado las aportaciones a los trabajos sobre textos náuticos por López Piñero (1979) en el que proporciona un pormenorizado estudio bibliométrico sobre los cultivadores de la ciencia del siglo XVI, sobre los cuales se ocupa de: su posición cultural, las ocupaciones y profesiones que tenían, las localidades de residencia, la distribución por lugares de publicación, el estamento al que pertenecía por área científica a la que se dedicaban, las instituciones en las que se formaron y trabajaron, así como la distribución por áreas de las obras científicas. La obra de López Piñero (1979) constituye una valiosa aportación, que permite conocer los volúmenes sobre la ciencia en general escritos en el siglo XVI, a la vez que realiza un interesante estudio bibliométrico, en el que combina las diversas variables enumeradas más arriba, permitiendo conocer lo que significó el Arte de Navegar en el contexto general de la ciencia y de los cultivadores de la ciencia en el siglo XVI, así como los principales centros de edición de obras científicas.

Capel (1982) presenta un gráfico de producción de obras sobre náutica publicadas en España durante el siglo XVIII, con un total de 579 publicaciones de las cuales 19 corresponden a manuscritos y 24 a reediciones, el trabajo lo realiza en base a la obra de Fernández de Navarrete (1851), en donde se incluyen obras de náutica, astronomía y matemáticas, historia natural, arte militar, navegación interior, arquitectura civil, historia, derecho marítimo y obras literarias sobre el mar. Completa esta parte correspondiente a las obras sobre náutica, aproximándonos a las profesiones de los autores, que es la siguiente: marinos 86; militares de tierra, 36; religiosos, 48; funcionarios, 18; profesores de matemáticas, 13; médicos, 6; arquitectos, 4; juristas, 4; varios, 18; sin especificar, 55. Esta producción de obras náuticas, por su heterogénea composición, se aleja de la realizada en este trabajo, al no coincidir los parámetros de selección.

Ibáñez (2000) elabora un inventario muy amplio de textos de náutica del siglo XIX, basado en el repertorio de LLabrés Bernal (1959), en el que relaciona 267 obras referidas con la cosmografía y el pilotaje. De las que considera 233, al excluir las obras históricas, folletos con menos de diez hojas, las impresas fuera de España y las obras de carácter periódico como Almanagues, Anuarios y Diarios. De las obras de náutica, 146 las considera de pilotaje. Sin intención de realizar un estudio bibliométrico, presenta los datos de producción de obras de náutica y de pilotaje, en forma de gráfico, por lustros, así como la distribución por materias y por primeras ediciones, traducciones y reimpressiones de las obras españolas de pilotaje para tres periodos (1808 – 1833); (1834 – 1850) y (1851 – 1900).

Iglesias (2000) presenta una relación de 74 textos náuticos que se publicaron en España en siglo XVIII, de las cuales 23 son específicas de náutica, correspondiendo el resto a diversas asignaturas de los estudios de náutica, de los cuales no presenta los datos de producción ni de materias.

Manterola (2016) constituye un catálogo de 30 obras de 16 autores del siglo XVIII, con contenido matemático, destinadas a la enseñanza náutica. Con todos ellos efectúa un estudio bibliométrico en el que realiza la distribución por fechas de edición<sup>198</sup>, profesión de los autores<sup>199</sup> y la distribución por materias<sup>200</sup>.

A pesar de los trabajos enumerados, hay que resaltar la inexistencia de estudios bibliométricos sobre obras de navegación en España, que nos permitan conocer para una

---

198 El desglose de obras lo realiza por décadas: una en 1700-1709, dos en 1710-1719, una en 1730-1739, cuatro en 1740-1749, cuatro en 1750-1759, un en 1760-1769, cinco en 1770-1779, cuatro en 1780-1789 y ocho en 1790-1799 (Manterola, 2016, p. 211).

199 De los 16 autores considerados, siete impartieron docencia en los centros donde se cursaban las disciplinas náuticas (Archer, Barreda, Cedillo, Ciscar, Fernández, Sánchez Reciente y Tofiño), dos en otros centros de enseñanza (Bails y Rosell) y seis ejercieron cargos de dirección de centros docentes (Cedillo, Ciscar, Godín. Juan, Tofiño y Mazarradeo); [...] (Manterola, 2016, p. 210).

200 Cataloga las obras según las siguientes materias: 3 tratados generales, 12 obras de náutica, 4 de aritmética, 1 de aritmética y álgebra, 1 de aritmética. Geometría y trigonometría, 4 de trigonometría, 2 de trigonometría aplicada a la navegación y 2 de cosmografía (Manterola, 2016, p. 211).

época determinada cómo se comportaron las variables que intervienen en su producción y edición, lo que, junto al periodo de estudio de este trabajo, que coincide con la transición a la navegación astronómica científica, justifican la importancia de este trabajo.

#### **4.2.1. Metodología**

Inicialmente hemos realizado una búsqueda de la bibliografía relacionada con el tema acudiendo a bases de datos, bibliotecas físicas y virtuales, así como a diversos buscadores y repositorios virtuales. Realizada la localización de la bibliografía, se ha procedido a constituir la documentación básica contenida en las obras de: Fernández de Navarrete (1851), Picatoste (1891), Gelcich (1889), Fernández Duro (1894), Guillén Tato (1943), Palau Claveras (1943), García Franco (1947), López Piñero (1979), Capel (1982), Arroyo (1989), González (1992), Ibáñez (2000), Iglesias (2000), Martín Merás (2003) y Manterola (2016). La información obtenida en la bibliografía seleccionada ha permitido tener un rol de obras catalogadas, con el que se ha constituido el listado de obras náuticas (véase Anexo 1) con los criterios definidos en el epígrafe correspondiente a metodología incluido en la Introducción de esta memoria.

El estudio bibliométrico se ha diseñado a partir del listado de 78 obras de náutica recogido en el Anexo 1 y con los textos de “pilotage” 15 obras, seleccionados en el apartado metodología de la introducción de esta memoria. Velasco et al. (2012) muestran la necesidad de indicar las variables con la que se va a trabajar, es por ello que nos hemos valido de indicadores, en el sentido expresado por Gómez y Bordons (1996): “Son datos estadísticos deducidos de las publicaciones científicas. Su uso se apoya en el importante papel que desempeñan las publicaciones en la difusión de los nuevos conocimientos, papel asumido a todos los niveles del proceso científico” (p. 21).

Los indicadores empleados han sido los de productividad que afectan a los autores (Urbizagástegui Alvarado, 2005), así como los datos referentes a los lugares en donde

fueron editados los textos y los de carácter personal, para lo cual se confeccionó una breve biografía de los autores. Los indicadores personales utilizados han sido los basados en la recopilación de los datos biográficos más relevantes del autor: fecha de nacimiento, de función, desarrollo académico y profesional, para tratar de contextualizar el autor con su tiempo y determinar las circunstancias en que se escribieron los textos. Para este estudio se han utilizado los datos académicos y profesionales disponibles de los autores, con el fin de clasificarlos en función de titulación y/o empleo desempeñado, lo que nos ha permitido conocer su perfil académico y profesional, identificar a los colectivos que se dedicaron a escribir los textos del listado de obras de náutica y si hubo alguno de ellos que predominó.

Cumplida la primera fase de recolección de datos, la segunda, consistió en su tratamiento en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para producir tablas y gráficos.

#### **4.2.2. Resultados y discusión**

En el listado de obras de náutica elaborado, se han contabilizado 78 volúmenes producidos por 51 autores<sup>201</sup>, los indicadores de producción han permitido clasificarlos por: siglos, decenios y lugar de producción.

Durante los siglos XVI y XVII, como se refleja en la tabla 4.1, la producción de textos de náutica fue escasa comparada con la del siglo XVIII, en el que la edición de este tipo de literatura sufrió un aumento considerable, prácticamente triplicando lo escrito en los dos siglos anteriores.

---

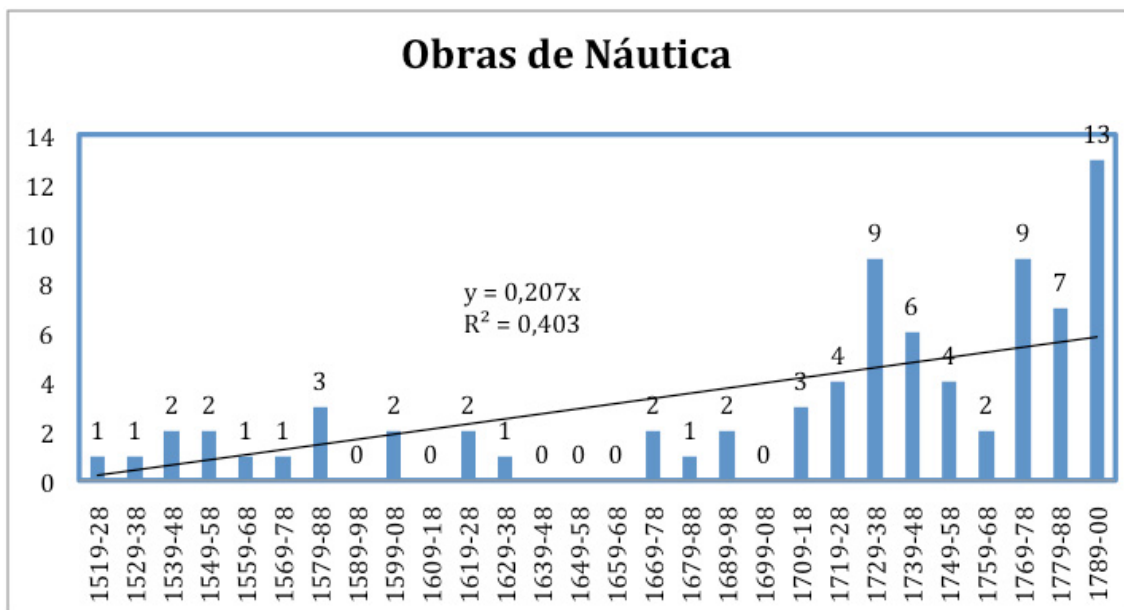
201 En la Tabla 1, suman 52, debido a que Gaztañeta publicó en el XVII y XVIII y lo contabilizamos en los dos siglos.



**Tabla 4.1.** Relación autores y número de textos por siglos (XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras de náutica.

Siglo	Autores	Textos
XVI	9	11
XVII	9	10
XVIII	34	57
Total	52	78

El desarrollo de la producción literaria por decenios representado en la figura 4.1, permite conocer el desenvolvimiento de este tipo de literatura y poderlo asociar a los hechos relevantes que acompañaron a la formación de los pilotos durante el periodo objeto de este estudio y conocer si estos intervinieron en la producción, como pueden ser: regulación del título de piloto de la Carrera de Indias (1508), creación del cargo de catedrático de Cosmografía y Navegación (1552), creación del Colegio de San Telmo de Sevilla (1681), pase de la Casa de Contratación a Cádiz (1717), creación de las Escuelas de Náutica de: Bilbao (1740), las Escuelas Departamentales de Navegación (1748), Barcelona (1769), Arenys de Mar (1779), Mataró (1781), La Coruña (1790), Santander (1790), Real Instituto de Náutica y Mineralogía de Gijón (1792), Alicante (1799), y puesta en marcha del Plan Winthuysen (1790).



**Figura 4.1.** Producción de textos de náutica 1519 -1800<sup>202</sup>, relacionados por decenios. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos tomados del listado de obras de náutica.

Durante los dos primeros siglos, parece que la producción de las obras de náutica no se vió afectada por los acontecimientos científicos que se iban produciendo directamente relacionados con la formación de los pilotos, en la que destaca la década correspondiente a 1579-88, en donde se editaron 3 obras, frente a la media de los citados dos primeros siglos que fue de 1,16.

A pesar que el primer decenio del siglo XVIII empezó sin producción, la década correspondiente a 1719-28, trajo una nueva etapa de producción literaria náutica con 4 obras, en donde la producción fue creciendo espectacularmente, pero de forma anárquica, con importantes altibajos. El primer máximo de producción se dio en el decenio 1729-38 con 9 textos, a partir de ahí esta fue cayendo en picado, hasta llegar al mínimo de todo el siglo XVIII, con 2 obras, en el decenio 1758-68, periodo que coincide con la creación de la Escuela de Náutica de Bilbao y las Escuelas Departamentales de

202 El análisis de la producción literaria se inicia con la obra de Fernández de Enciso, 1519.

Navegación. En el decenio correspondiente a 1769-78. la producción de obras sufre un incremento importante hasta llegar a 9, coincidiendo con la creación de la Escuela de Náutica de Barcelona. Volviendo a caer hasta 7 textos en el decenio 1779-88 en el que las Escuelas de Areyns de Mar y Mataró empiezan su actividad lectiva. En el último decenio 1789-00 con 13 obras editadas, marca el máximo del periodo de estudio, coincidiendo con el establecimiento de las Escuelas de Náutica de La Coruña, Santander, Real Instituto de Náutica y Mineralogía de Gijón, Alicante y puesta en marcha del Plan Winthuysen. La media del periodo durante el siglo XVIII se situó en 5,7.

Con los datos disponibles no se puede afirmar que existió una relación directa de los acontecimientos administrativos con la producción de textos, y al no haber realizado el análisis de la totalidad del listado de obras de náutica, tampoco se puede determinar que la producción respondió al desarrollo de la ciencia náutica sin antes analizar el contenido de los textos, y a las nuevas necesidades formativas que requerían los pilotos.

En cuanto a los lugares de producción de las obras, la tabla 4.2 ha permitido conocer si existió interrelación entre la ubicación de los centros de formación de pilotos con los lugares de edición de las obras.

**Tabla 4.2.** Producción de obras de náutica por siglos y por lugares de edición (siglos XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras náuticas (Anexo 1).

Siglo XVI			Siglo XVII			Siglo XVIII		
Localidades	Unidades	%	Localidades	Unidades	%	Localidades	Unidades	%
Alcalá	-	-	Alcalá	1	10	Alcalá	-	-
Barcelona	-	-	Barcelona	-	-	Barcelona	3	5,4
Bayona	-	-	Bayona	-	-	Bayona	1	1,8
Bilbao	1	9	Bilbao	-	-	Bilbao	1	1,8
Bolonia	-	-	Bolonia	-	-	Bolonia	1	1,8
Cádiz	-	-	Cádiz	-	-	Cádiz	1	1,8
Cartagena	-	-	Cartagena	-	-	Cartagena	2	3,6
Córdoba	-	-	Córdoba	-	-	Córdoba	1	1,8
Isla de León	-	-	Isla de León	-	-	Isla de León	2	3,6
Lisboa	-	-	Lisboa	1	10	Lisboa	-	-
Madrid	-	-	Madrid	4	40	Madrid	23	41,1
Málaga	-	-	Málaga	-	-	Málaga	1	1,8
Manila	-	-	Manila	-	-	Manila	1	1,8
México	1	9	México	-	-	México	-	-
Murcia	-	-	Murcia	-	-	Murcia	2	3,6
Sevilla	8	73	Sevilla	1	10	Sevilla	15	26,8
Valencia	-	-	Valencia	1	10	Valencia	1	1,8
Valladolid	1	9	Valladolid	-	-	Valladolid	-	-
Zaragoza	-	-	Zaragoza	1	10	Zaragoza	-	-
No especifica	-	-	No especifica	1	10	No especifica	1	1,8

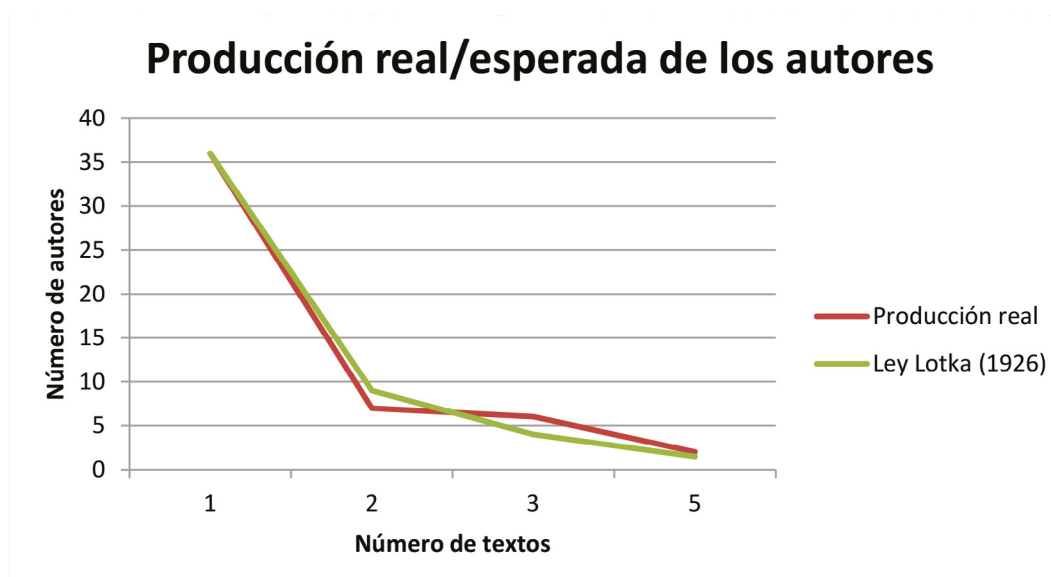
En el siglo XVI, el principal centro en donde se editaron las obras pertenecientes al listado elaborado, fue Sevilla, coincidiendo con el emplazamiento de la Casa de Contratación y su labor centralizadora de la actividad náutica. En los siglos XVII y XVIII, Sevilla cedió el puesto de primer editor a favor de Madrid. Con lo cual, sólo en el siglo XVI se encuentra una relación directa con el centro en donde se formaban los pilotos, sin embargo, en los siglos XVII y XVIII, la producción de los textos, no guarda relación con ninguno de los acontecimientos descritos anteriormente.

De acuerdo con la tabla 4.3, conforme al listado de obras de náutica elaborado, se comprueba que, de los 51 autores catalogados, 36 de ellos escribieron un solo texto, esto es, el 70,6% de los autores escribieron el 46,2% de los textos. En la misma tabla 4.3, hemos consignado en una columna a los autores esperados, calculados según la ley Lotka (1926)<sup>203</sup>, así como la producción esperada, resultado que representamos en la figura 4.2.

**Tabla 4.3.** Productividad de autores real y Ley Lotka (1926). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del listado de obras de náutica.

n° Textos	Real				Ley Lotka (1926)			
	n° Autores	% Autores	Producción	% Producción	n° Autores	% Autores	Producción	% Producción
1	36	70,59	36	46,15	36	71,37	36	49,18
2	7	13,73	14	17,95	9	17,84	18	24,59
3	6	11,76	18	23,08	4	7,93	12	16,39
4	2	3,92	10	12,82	1,44	2,85	7,2	9,84
	51	100	78	100	50,44	100	73,2	100

203 La ley cuadrática inversa de la productividad de los autores (Lotka, 1926) establece que, partiendo del número de autores con un solo trabajo en un tema determinado, es posible predecir el número de autores con n trabajos con la siguiente fórmula:  $A_n = A_1/n^2$ , donde  $A_n$  es el no de autores con n firmas,  $A_1$  el n° de autores con un texto, y en notación simbólica  $n^2$ .



**Figura 4.2.** Relación producción real/esperada de los autores de obras de náutica. Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada del listado de obras de náutica.

En la tabla 4.4, se relaciona el título/empleo/ocupación de los escritores de obras de náutica<sup>204</sup>. Durante el periodo 1519-1800, la profesión predominante fue la de militar, seguido por los pilotos/capitanes y por los universitarios.

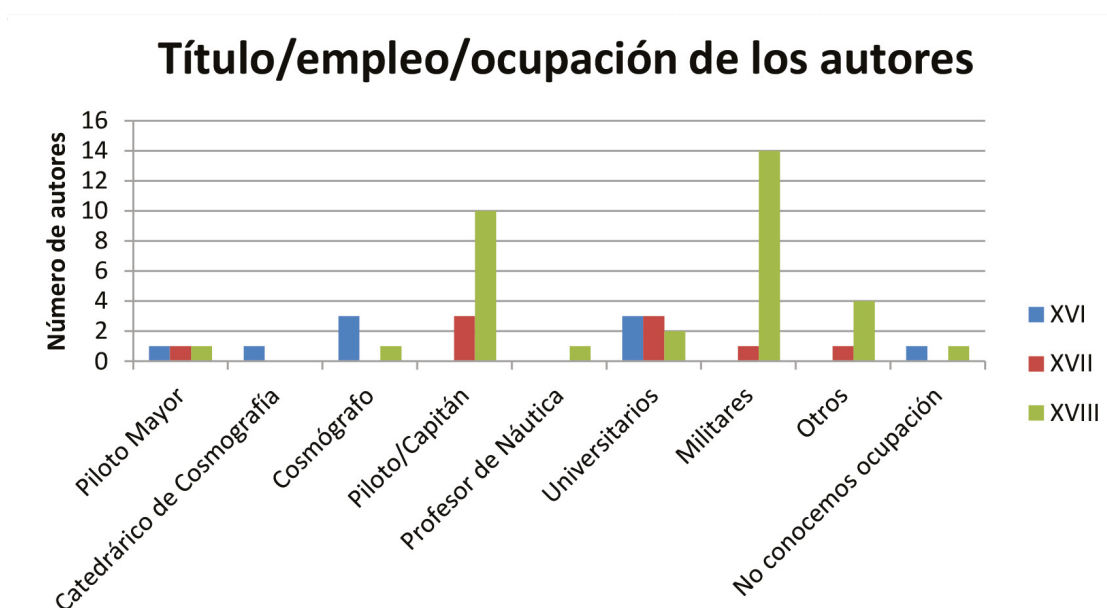
204 La relación título/empleo de los escritores de textos náuticos se ha realizado conforme a la siguiente clasificación, universitarios: bachilleres, licenciados y doctores; pilotos/capitanes: título de piloto de la Carrera de Indias, titulados por Escuelas de Náutica, o aquellos que a través de sus datos biográficos quedó contrastado que navegaron como pilotos o capitanes; militares: incluye todas las graduaciones de Tierra y Mar.

La relación título/empleo de los escritores de textos náuticos se ha realizado conforme a la siguiente clasificación, universitarios: bachilleres, licenciados y doctores; pilotos/capitanes: título de piloto de la Carrera de Indias, titulados por Escuelas de Náutica, o aquellos que a través de sus datos biográficos quedó contrastado que navegaron como pilotos o capitanes; incluye todas las graduaciones de Tierra y Mar.

**Tabla 4.4.** Relación título/empleo/ocupación escritores textos náuticos 1519/1800.  
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del corpus de textos de navegación.

Título / empleo / ocupación	Total	Piloto Mayor	Catedrático de Cosmografía	Cosmógrafo	Piloto Capitán	Profesor de Náutica	Universitario	Militar
Piloto Mayor	3	-	1	2	1	-	2	-
Catedrático de Cosmografía	2	1	-	2	-	-	2	-
Cosmógrafo	7	2	2	-	-	-	3	-
Piloto/Capitán	13	1	-	-	-	5	-	3
Profesor de Náutica	11	-	-	-	5	-	1	5
Universitario	12	-	2	3	-	1	-	-
Militar	17	-	-	-	3	5	-	-
Otros	5	-	-	-	-	-	-	-
No conocemos ocupación	1	-	-	-	-	-	-	-

En la figura 4.3, se comprueba que la profesión predominante varía para cada siglo. En el XVI, 3 autores eran cosmógrafos y otros 3 poseían titulación universitaria, en el XVII, los autores con título universitario continuaron predominando junto con los pilotos/capitanes con 3 autores cada uno, mientras que en el XVIII, predominaron los autores militares que fueron 14, seguidos de los pilotos/capitanes con 10.



**Figura 4.3.** Relación título/empleo/ocupación escritores de obras de náutica, por siglos (XVI-XVIII). Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de los datos de las biografías de los autores.

La producción de textos pertenecientes al listado de obras de náutica durante el periodo de estudio, está cifrada en 78 obras escritas por 51 autores. Con una producción editorial por siglos, marcada por el despegue de la edición de textos náuticos en el siglo XVIII que alcanzó el 73 % de la producción total del periodo, así como por el cambio del centro editor, pasando de Sevilla en el siglo XVI a Madrid en los siglos XVII y XVIII. En cuanto a las profesiones de los autores que se dedicaron a la escritura de textos náuticos destacamos las de militar, seguido por los pilotos/capitanes y por los universitarios.

Hay que destacar la escasa producción de textos náuticos durante el periodo de estudio, donde el pico de producción se da en la segunda mitad del siglo XVIII, época en que la náutica y la ciencia aplicada emergían, aún en la segunda mitad del siglo XVIII se ocupaba del viejo reto: resolver el cálculo de la longitud en la mar.



Durante los siglos XVI y XVII el número de autores de la lista de obras de náutica se movió en una línea plana, despuntando en el XVIII. El número de autores y la producción de textos empezaron a ser sensibles a los hechos relevantes que acompañaron a la formación de los pilotos, a partir del decenio 1719/28, comportándose en forma de dientes de sierra, con un momento valle en el 1759/ 68 y el pico en el 1789/00, coincidiendo con la incorporación de nuevos métodos de posicionamiento en la mar y con la implantación del plan de estudios Winthuysen (1790).

Únicamente en el siglo XVI se puede establecer una relación directa entre el Centro de formación de pilotos y el lugar de edición de los textos, rompiéndose esa relación en los dos siglos siguientes.

En cuanto a la producción por autores, vemos que esta atomizada, en donde el 70,6% escribió un solo texto. La evolución de la producción por autores no se ajusta a la ley Lotka, ni tampoco al principio productivo de Pareto que, aplicado a este caso, debería cumplir que el 80% de la producción, procede del 20% de los autores.

La profesión de los autores de textos de náutica, fue variando, en donde los cosmógrafos y universitarios de los inicios, dieron paso a pilotos/capitanes y militares.

Con la variables trabajadas, se ha podido constatar que la producción de las obras de náutica, no guarda interrelación ni con el establecimientos de nuevos centros de formación para los pilotos, ni con el desarrollo de la ciencia náutica.

En lo que respeta a los textos de “pilotage”, de las 15 obras seleccionadas, 14 corresponden a autores españoles, por lo que según este estudio el 17, 9% de la lista de las obras de textos náuticos corresponden a textos de “pilotage” utilizados en la formación de los pilotos.

Con respecto a los textos de “pilotage” seguimos los mismos criterios que en el estudio bibliométrico de la lista de obras de náutica, exceptuando los de productividad

definidos por la ley Lotka (1926) debido a que el tamaño de la muestra es excesivamente pequeño, a la vez que, agrupamos los datos por siglos como se ve en la figura 4.5, para después compararlos entre ellos.

**Tabla 4.5.** Relación de autores españoles del Corpus de textos de “pilotage”, por lugar de edición profesión/título y número de textos editados. Fuente: Elaboración propia.

	<b>Autor</b>	<b>Editado</b>	<b>Profesión/título</b>	<b>nº textos</b>
Siglo XVI	Fernández de Enciso (1519)	Sevilla	universitario	1
	Faleiro (1535)	Sevilla	cosmógrafo	1
	Medina (1545, 1552)	Valladolid, Sevilla	cosmógrafo	2
	Cortés (1551)	Sevilla	universitario	1
	Zamorano (1581)	Sevilla	universitario	1
	Poza (1585)	Bilbao	universitario	1
Siglo XVII	García de Céspedes (1606)	Madrid	universitario	1
Siglo XVIII	Cedillo (1717, 1745)	Sevilla, Cádiz	piloto	2
	Sánchez Reciente (1749)	Sevilla	presbítero	1
	Archer (1756)	Bilbao	piloto	1
	Juan (1757)	Cádiz	militar	1
	Barreda (1766)	Sevilla	piloto	1

Al poner la lupa en los textos de “pilotage” encontramos que existe una relación, aunque no universal, si mayoritaria, entre los centros en donde se impartía formación a los pilotos y la edición de textos. Así, en el siglo XVI en Sevilla sede de la Casa de Contratación se editaron 5 textos, 1 en Valladolid y 1 en Bilbao. En el siglo XVII el único texto del corpus se editó en Madrid. Ya en el siglo XVIII de 6 textos editados 3 lo fueron en Sevilla, plaza en donde tenía la sede el Real Colegio Seminario de San Telmo, 2 en Cádiz escritos por dos profesores de la Academia de Guardiamarinas y 1 en Bilbao escrito por el profesor de su Escuela de Náutica.

La producción de textos incluidos en el corpus presenta un doble pico uno para el siglo XVI con 7 textos y otro en el XVIII con 6, mientras que en el XVII solo se editó un texto. Por autores, el 14, 3% produjo el 28, 6% de los textos.

La profesión de los autores queda muy condicionada a la mayor edición de textos del siglo XVI en donde predominaron los autores con título universitario que sumados al del siglo XVII hacen 5, pilotos 3, cosmógrafos 2, un militar y un presbítero.

**Tabla 4.6.** Comparativa de los datos obtenidos en listado obras de náutica y textos corpus de “pilotage”. Fuente: Elaboración propia.

	<b>Listado de obras de náutica</b>	<b>Textos corpus</b>
Lugar de edición	Madrid	Sevilla
Producción de autores	10,6 % / 29,4 %	71,4 % / 28,6 %
Profesión/Título	Militar	Universitario

Del resultado de los datos comparativos (véase tabla 4.6) se desprende que, los lugares de edición y la profesión/título de los autores está vinculado al siglo que ostenta la mayor producción de textos, en el listado de obras de náutica es el siglo XVIII, mientras que en los textos del corpus es el XVI.



## CAPÍTULO 5.

# LOS TEXTOS DE “PILOTAGE”: ASPECTOS GENERALES





## **CAPÍTULO 5. LOS TEXTOS DE “PILOTAGE”: ASPECTOS GENERALES**

En este capítulo evaluaremos los aspectos generales de los textos que componen el corpus de textos de “Pilotage”, resultado de la selección realizada en la introducción de esta memoria. A los que dedicaremos un epígrafe a cada uno de ellos, siguiendo el orden cronológico de su publicación.

Los aspectos generales de los textos, junto con la comparación de una materia concreta, en este caso, los indicadores para evaluar la transición establecidos en la introducción de esta memoria, constituyen el análisis de los textos que se irán desarrollando en los capítulos siguientes.

## 5.1. *SUMA DE GEOGRAPHIA* (FERNÁNDEZ DE ENCISO, 1519)



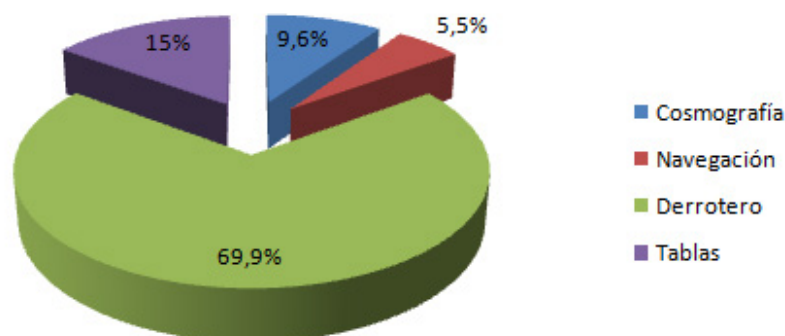
Figura 5.1. Frontispicio la *Suma de Geographia* [...] de Fernández de Enciso (Sevilla, 1519).



El libro, en formato de 28 cm, consta de 73 folios sin numerar. En los márgenes incorpora anotaciones a modo de guía temática, además incluye incorporadas al texto dos ilustraciones de tamaño grande y buena calidad. La tipografía empleada es del tipo de las labores manuscritas, editado a 42 líneas por página. Martín Fernández de Enciso, con esta obra inicia el amplio rol de autores españoles que vieron impresos sus libros sobre “Pilotage”. Entre las fuentes citadas destacan los dos Tolomeos, Estrabón, Plinio y Eratóstenes. La obra conoció dos reediciones, ambas en Sevilla, la 1ª por Juan Crombergen Alemán, 1530 y la 2ª por Andrés de Burgos, 1546. González (1992) añade una edición más en inglés traducida por John Frampton. No hemos localizado ninguna otra reedición, ni ninguna otra obra de este autor.

El cuerpo de la obra está constituido por privilegio real, prólogo, carece de índice, la materia que trata está distribuida según la figura 5.2, en donde desarrolla los temas sin solución de continuidad.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.2.** Composición porcentual de la *Suma de Geografía* de Fernández de Enciso (1519) por materias<sup>205</sup> (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

<sup>205</sup> Con carácter general para todos los textos estudiados, las materias se han agrupado de la siguiente forma: Cosmografía incluye la composición del mundo y de los principios universales que se requieren para la navegación, los movimientos del Sol y de la Luna y de los efectos que sus movimientos causan; la Navegación incluye la composición y usos de los instrumentos, así como de las reglas de la navegación para poder guiar el buque de un punto a otro; el porcentaje correspondiente a las tablas se incluirán siempre y cuando estén comprendidas en el texto.

En el privilegio real que emite Castañeda en nombre del Rey Carlos I, queda constancia del objetivo que llevó a escribir este texto etiquetado de “cosmografía” al bachiller Martín Fernández de Enciso alguacil mayor de Castilla del Oro, que transcribimos.

[...] en el cual habíais puesto la esfera en romance con el regimiento del Sol y del Norte por donde los pilotos y mareantes se rigiesen y gobernasen en el marear: habíais puesto la cosmografía por derrotas y alturas para que nuestros pilotos supiesen ir a buscar las tierras que por nos les fuese mandado y una figura de una esfera en llano, lo cual era en nuestro servicio y en muy gran provecho de los dicho mareantes [...]. (Fernández de Enciso, 1519, fol. s.n)

Con este objetivo bien definido, se le concedió licencia y facultad de imprimir en Zaragoza a cinco días del mes de septiembre de mil quinientos dieciocho al bachiller Martín Fernández de Enciso o a quien diera poder, para imprimir el libro y venderlo a ciento treinta y seis maravedís cada uno, por un periodo de diez años. También establecía la prohibición de imprimirlo a cualquier otra persona y la pena de perder los libros en que incurriría quien lo hiciese, repartiendo los importes obtenidos a partes iguales entre el autor y la Cámara Real.

En el prólogo de la obra, Enciso se presenta como alguacil mayor de la tierra firme de las Indias occidentales. En donde ofrece esta obra, escrita en castellano, a un joven Carlos I (1500-1558) poco ilustrado en geografía, para que pudiese conocer las provincias, su ubicación, los accidentes geográficos y las cosas del universo. También se la destina a los pilotos que tenían que descubrir nuevas tierras, o para los que tenían que navegar en demanda de otras.

La primera parte corresponde a la cosmografía, materia fundamental para poderse iniciar en la segunda, en la que desarrolla el tratado de la esfera inspirado por las ideas ptolemaicas, describe la forma del mundo, de los círculos que componen la esfera terrestre y celestial, de los ortos y ocasos, la división de los climas, los planetas y los eclipses. Sin solución de continuidad incluye una serie de reglas empíricas destinadas

a predecir el tiempo en la mar. Este bloque constituye el 9,6% del contenido total de la obra.

La segunda parte correspondiente a navegación, se inicia con las tablas de la declinación del Sol desde el año primero después del bisiesto al cuarto, continua con los regimientos del Sol y del Norte, el regimiento del astrolabio y el cuadrante, fija el meridiano en la isla del Hierro, la forma en que llevaban la estima los pilotos y da instrucciones sobre la construcción de la cartas, este bloque constituye el 20,5% de la obra, de los cuales 15% corresponden a la tablas de declinación y el 5,5% a la navegación propiamente dicha.

La tercera parte corresponde al derrotero, es la más amplia de la obra, ya que abarca un 69,9%, lo inicia en Tarifa y va recorriendo por derrotas y alturas las costas conocidas hasta ese momento.

Este libro fue editado cuando la formación reglada de los pilotos de la Carrera de Indias daba sus primeros pasos. Obra considerada por Fernández de Navarrete (1846) como el primer tratado de navegación. Opinión con la que disienten González (1992) y Melón y Ruiz de Cordejuela (1977) al definirlo como el primer manual de geografía escrito en castellano.

5.2. *TRATADO DEL EFPHERA Y DEL ARTE DE MAREAR*  
(FALEIRO, 1535)

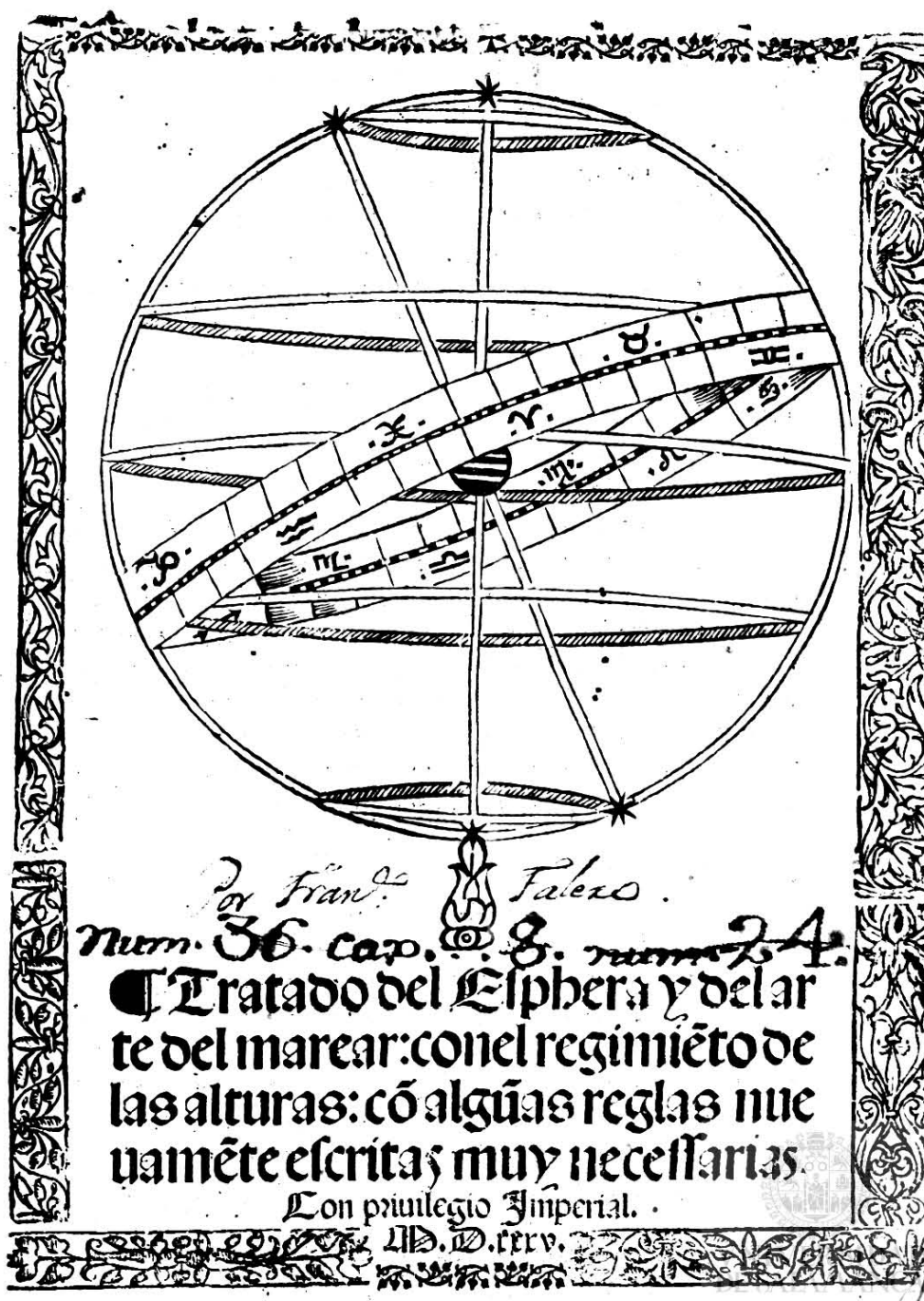
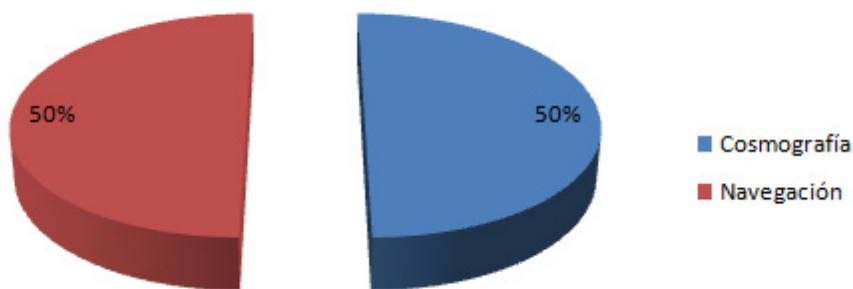


Figura 5.3. Frontispicio del Tratado del Efpheera [...] de Faleiro (Sevilla, 1535).

El libro, en formato de 26 cm, consta de 42 folios sin numerar en los que aparecen 16 ilustraciones de diversos tamaños y de buena calidad incorporadas al texto. La tipografía empleada es del tipo de las labores manuscritas, en la que aparecen letras capitulares que ocupan 4 líneas del texto de las 34 por página en el que está editado. No cita las fuentes en las que se basó para confeccionar el texto. La obra no conoció ninguna otra reedición, ni hemos localizado ninguna otra obra de este autor.

El cuerpo de la obra está constituido por privilegio real, prólogo y por la materia que trata en la que los contenidos están distribuidos según la figura 5.4. El texto está dividido en dos partes, precedida cada una de un índice. La primera, que denomina de la esfera, contiene 22 capítulos y la segunda con 9 capítulos del arte de marear. Al final del texto incluye 7 folios con las tablas de declinación del Sol desde del año I al IV del bisiesto.

#### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.4.** Composición porcentual del *Tratado del Efphera* de Faleiro (1535) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

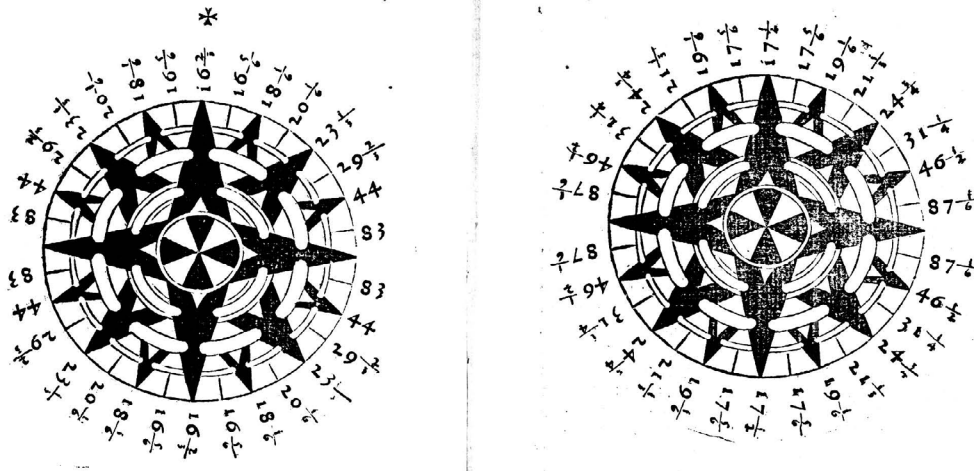
Francisco Faleiro presentó su *Tratado del Efphera* en castellano, para que lo revisase, a Juan de Salaya protomédico y catedrático de Astrología de la Universidad de Salamanca, quien lo encontró muy provechoso para los navegantes. Por lo que se suplicó a Juana I de Castilla le diese licencia para imprimirlo y darle privilegio de ello. La

Reina Juana firmó el privilegio real en la Villa de Tordesillas a 18 de agosto de 1532, por un periodo de diez años para imprimir el libro y venderlo al precio que considerara. También establecía la prohibición de imprimirlo a cualquier otra persona y la pena en que incurriría quien lo hiciese.

En el prólogo de la obra, el autor manifiesta que acomete la empresa de escribirla en lengua castellana, ya que los sabios no quieren rebajarse a divulgar sus conocimientos “en esta entre ellos tan menos preciada manera de hablar” (Faleiro, 1535, prólogo), y así los que, como él, no alcanzan la latinidad, puedan adquirir los conocimientos que va a desarrollar en esta obra.

La primera parte, trata de la esfera en veinte y dos capítulos, a través de los cuales recorre los contenidos de los libros I y II del “*Tratado de la Esfera de Sacrobosco*” y de los libros III y IV, los correspondientes a los siete climas, los eclipses de Sol y Luna y los movimientos de las ocho esferas así como el tiempo que tardan cada una en hacer una rotación, materias propedéuticas de la navegación astronómica, a las que dedica el 50% de la obra.

La segunda parte, se ocupa del Arte de Marear dedicándole nueve capítulos, la inicia con el concepto de horizonte, y su importancia a la hora de tomar las alturas de los astros, a continuación incluye un glosario de términos útiles para poder seguir la obra, así como las cosas que debía saber el piloto, el regimiento del polo, del regimiento de las alturas del Sol para su cálculo da seis reglas, también da las reglas para calcular la distancia que se navega por cada grado en cada uno de los 32 vientos, dando las dos opciones, partiendo del rumbo Norte: 16 leguas y  $\frac{2}{3}$  o 17 leguas y media para cada grado navegado de acuerdo con la figura 5.5.



**Figura 5.5.** Distancia navegada en leguas según rumbo seguido. Fuente: Faleiro, 1535, fol. s.n.

Continúa tratando del nordestear o noruestear de la aguja y de la utilidad de su determinación, para el conocimiento del rumbo que debe llevar el buque, la importancia de los aceros utilizados en su construcción, así como la de la piedra de cebar. Fija en el meridiano de la isla del Cuervo o en cualquiera de las Azores, el lugar en donde la aguja apunta al Norte y a partir de ahí, estableció que, navegando al Oeste de ese meridiano, la aguja noruestea y si lo hace hacia el Este la aguja nordestea. A esta segunda parte del texto le dedica el 50% del total de la obra, finaliza con un apartado para aprender a contar guarismos.

### 5.3. ARTE DE NAVEGAR (MEDINA, 1545)



Figura 5.6. Frontispicio del *Arte de Navegar* de Medina (Valladolid, 1545).



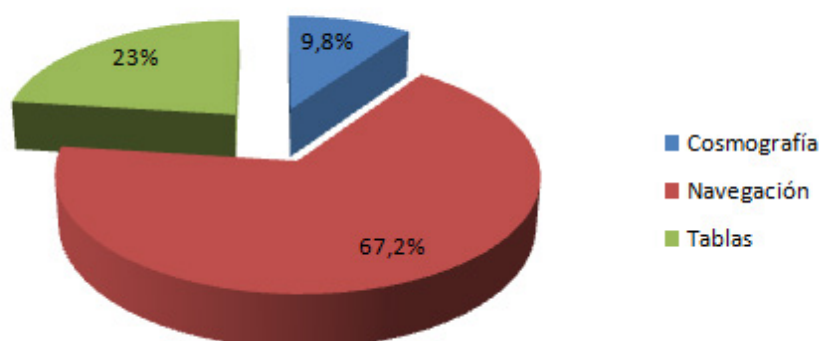
El libro, en formato de 28,5 cm, consta de 100 folios en los que aparecen incorporadas al texto 88 ilustraciones de diversos tamaños de buena calidad y además adjunta una carta de marear a página completa. La tipografía empleada es del tipo de las labores manuscritas, la edición del texto está realizada a doble columna por página de 41 líneas por columna. Hace uso de letras capitulares que ocupan indistintamente: 3, 5, 8 o 9 líneas del texto, siendo las más frecuentes las de 5. A lo largo del texto cita a Aristóteles, Alfragano, Al-Battani, Alfonso X el Sabio, Joannes de Lineris, Georgio Purbachio, Juan de Monte Regio, Séneca, Alberto Magno, Platón, Plinio, Virgilio, Ptolomeo, el cardenal Pedro de Aliaco y a Ovidio. La obra no conoció ninguna otra reedición. Aunque Fernández de Navarrete (1846) atribuye dos reimpressiones en España en 1552 y 1561, a las que añade las traducciones al alemán, francés, inglés e italiano, estas corresponden al *Regimiento de Navegación* de 1552<sup>206</sup>, tal como aclara Guillén Tato (1943) “En realidad, la segunda y tercera edición del “Arte de Navegar” fueron distintas de éste, y bajo el título de “Regimiento de Navegación”” (p.10). Otras obras del autor son: *Libro de grandezas y Cosas memorables de España* (1548); *Libro De La Verdad* (1549); *Regimiento de Navegación* (1552); *Crónica de los excelentes señores duques Medina Sidonia* (1561).

El cuerpo de la obra está constituido por privilegio real, proemio, tabla de contenidos y por la materia que trata en la que los contenidos están distribuidos según la figura 5.7. Estructuró el texto en ocho libros. Libro I. Del Mundo, de su orden y composición (16 capítulos), Libro II. De la mar y sus movimientos, y como fue inventada la navegación (8 capítulos), Libro III. De los vientos, de su calidad y nombres, y como se ha de navegar con ellos (15 capítulos), Libro IV. Del altura del Sol, y como se ha de regir por el la navegación (11 capítulos), Libro V. Del altura de los Polos (11 capítulos), Libro VI. De las agujas de navegar (6 capítulos), Libro VII. De la Luna, y como sus crecientes y menguantes sirven en la navegación (7 capítulos), Libro VIII. De los días del año (8 capítulos).

---

206 Véase: Fernández de Navarrete, 1846, pp.160-161.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.7.** Composición porcentual del *Arte de Navegar* de Medina (1545) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Medina, en el prólogo, dirigido al príncipe Felipe, después de enumerar las diferentes formas posibles que tienen los súbditos de servir, decidió escribir un libro sobre navegación como servicio a Su Alteza. Lo escribe motivado por dos cosas. La primera, por todos los beneficios que aportaba la navegación en el plano económico, político y en la expansión de la fe. La segunda, después de ver la cantidad de gente que navegaba tanto por parajes conocidos como desconocidos y se lamentaba que no abundaban los pilotos preparados, lo que atribuía a no haber maestros que enseñen el arte de navegar ni libros en donde poder instruirse. Por lo que su forma de servir la materializó dando reglas y avisos conformándolas en un texto para que los pilotos pudiesen realizar navegaciones de forma segura.

Conviene recordar que los pilotos recibían formación y sufrían examen desde 1508, proceso en el que Medina intervino directamente, como profesor y miembro de la junta de exámenes. Referente a los libros, con anterioridad a la edición del *Arte de Navegar* de Medina (1545), se habían editado los libros de Fernández de Enciso (1519), el de Faleiro (1535), el de Mexía (1540) y los manuscritos de Santa Cruz (1530) y Chaves (1520/1538), además de sus dos manuscritos de 1538 titulados *Libro de Cosmographia* y *Nuevo regimiento del Sol y del Norte*, a los que había que añadir el manuscrito de 1543 titulado *Coloquio de Cosmographia*, por lo que su comentario podría considerarse excesivo, no ajustándose a la realidad.

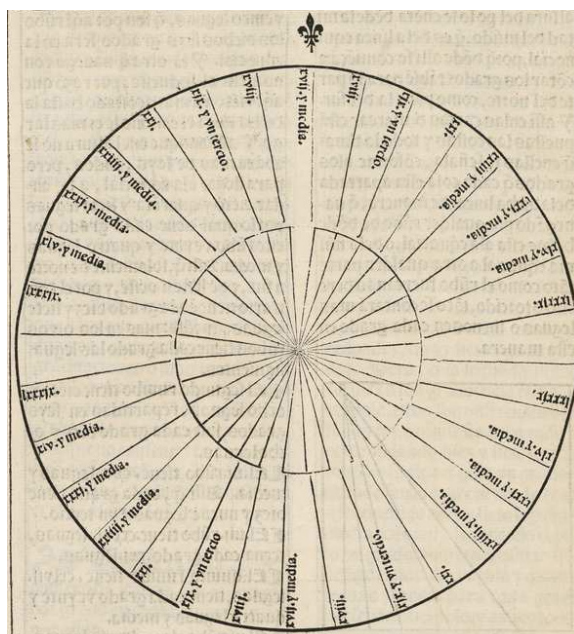
En el proemio declara que acometió la obra desde la consideración de la supremacía del Arte de la Navegación sobre las demás artes, por su interrelación con las otras y por incluir la aritmética, la geometría y la astrología. A las que añadía tres razones, sutileza, certinidad y su provecho. Finalizado el proemio, después de las tablas se adentra en el desarrollo de las materias que componen el texto.

En el Libro primero a través de 16 capítulos, trata del Mundo, de su orden y composición, básicamente incluye los contenidos del Libro I de la Esfera y el círculo del zodiaco del Libro II.

En el Libro segundo trata de la mar y sus movimientos y como fue inventada la navegación, en donde el autor se extiende en 9 capítulos ocupándose de temas sobre oceanografía, historia marítima y predicción del tiempo. Empieza haciendo una introducción sobre las mareas y sus causas, que luego ampliará en el libro séptimo, continua exponiendo sobre la importancia de la existencia del mar para la sustentación del mundo, también trata sobre el origen del nombre del mar y las causas de ser salada, así como de los motivos por los que su masa de agua ni disminuye ni aumenta, introduce la excelencia de la navegación y sus orígenes, para terminar con las señales para predecir tempestades y tormentas por el Sol, Luna y por fenómenos ópticos, eléctricos y acústicos.

En el Libro tercero se ocupa de los vientos, de su calidad y nombres, y como se ha de navegar con ellos, a través de 15 capítulos, en las que define físicamente el viento, establece que su movimiento es en círculo citando a Alberto Magno, y la causa por la que se forman los remolinos. Finalizada esta introducción sobre el viento, pasa a describir los vientos de la carta de marear que los marinos llaman rumbos, en donde cuartea la rosa de los vientos dividiéndola en 32 rumbos partiendo de los cuatro puntos cardinales, Norte, Sur, Este y Oeste haciendo divisiones sucesivas hasta llegar a los 32 vientos cada uno con su nombre. Una vez conocidos los rumbos, en función de donde se encuentra la nao y donde quiere ir, va estableciendo los vientos con que se tendrá que navegar para ir de punto a punto, a

continuación publicó la carta de marear que contenía la navegación de la mayor parte de Europa, África, y América, en el que consignaba los rumbos, la distancia en leguas y la latitud. Al describir la carta de marear como instrumento de navegación que permite saber en dónde está la nao, a donde quiere ir y de donde viene, declara su imperfección al ser la tierra redonda y estar representada en una superficie plana, expone unas tablas para que el piloto sepa las leguas navegadas y las de apartamiento cuando navega con viento diferente a su derrota, lo que facilitaba la labor al piloto, que con una simple entrada en tablas podía resolver el problema sin necesidad de realizar ningún cálculo matemático, pasa a ocuparse de la forma como determinar el rumbo en la carta, el procedimiento para echar el punto y daba unas indicaciones que permitían comprobar la exactitud de la carta. A continuación se ocupa del número de leguas que se cuentan por grado en cada rumbo de la navegación, en donde Medina opta por el valor de 17 leguas y media por grado de redondez cuando de navega al norte/sur y da los valores de la distancia en leguas para cada rumbo navegado, como se ve en la figura 5.8, para finalizar en cuantas partes se divide un grado.



**Figura 5.8.** Número de leguas que se cuentan por grado en cada rumbo de la navegación. Fuente: Medina 1545, fol. xxiii reverso.

El Libro cuarto contiene 11 capítulos, en los que trata de la altura del Sol y como se ha de regir por ella la navegación. Antes de iniciar al lector en el regimiento del Sol, el autor introduce un glosario de 17 términos que considera necesarios para seguir este Libro, como son: altura, grado, horizonte, zodiaco, línea equinoccial, declinación, círculos, trópicos, parte del Norte, parte del Sur, longitud, latitud, paralelo, meridiano, hemisferio, zenit y centro, aunque algunos de estos términos ya los ha empleado en los libros precedentes.

Explica los rudimentos del cálculo de la latitud por la meridiana del Sol, empezando por definir que es sombra y como se ha de mirar, pasando a como se tiene que tomar la altura del Sol para determinar la latitud, para lo cual daba diez reglas. Para poder realizar el cálculo de la latitud facilita una tabla que contiene la regla para saber si el año es bisiesto, tablas de la declinación del Sol desde el año primero del bisiesto hasta el año cuarto, sin especificar el año concreto, utilizando  $23^{\circ} 33'$  como su valor máximo, considerado por Chabás y Goldstein (2008) el valor más frecuentemente utilizado en la astronomía medieval. Termina el libro un calendario de los Santos para todo el año, con declaración de las fiestas principales.

Libro quinto de la altura de los Polos en 11 capítulos que contienen en las que trata sobre como calcular la latitud mediante la Estrella del Norte y de cómo se sabrá la hora de noche mediante un reloj del norte. Empieza con la definición de polo, la diferencia entre eje y diámetro de la esfera, polo ártico y antártico y la división en cinco zonas entre estos dos polos, conceptos imprescindibles para adentrarse en el cálculo de la latitud por la Estrella del Norte. Después de explicar cómo se debe tomar la altura del polo, los instrumentos a utilizar “ballestilla o cuadrante, o aquel instrumento que más usado tuviere” (Medina 1545, fol. lxx verso), o para lo que se toma, pasa a describir la Estrella del Norte, el movimiento de las guardas y de acuerdo al rumbo en que estén las guardas saber cuántos grados está la Estrella del Norte debajo o encima del polo y lo que se tiene que sumar o restar a la altura calculada para saber la latitud. También contempla los casos

especiales en que no se vean las guardas o el horizonte y del reloj del norte para calcular la hora de noche en cualquier punto y hora de la noche. Termina este Libro explicando cómo se debe calcular la latitud en el polo Sur mediante el Crucero.

Libro sexto de las agujas de navegar en 6 capítulos en los que se ocupó de los efectos que tenían la aguja y como se podían enmendar, dando seis casos por los cuales la aguja se podía apartar del Norte, entre los cuales no incluía la declinación magnética.

El Libro séptimo en 7 capítulos se ocupa de la Luna de las crecientes y menguantes. Empieza con la definición de la Luna como un cuerpo al que considera un planeta de la Tierra, enumera sus fases, como se calcula el número áureo de cada año y el cálculo del día y hora de la conjunción de la Luna, como pasos previos para el cálculo de la hora de la marea.

El Libro octavo y último trata de los días del año en 7 capítulos en donde se ocupa de la definición de día y las partes en que se divide, la diferencia entre día natural y artificial y del cálculo de la hora del orto y el ocaso del Sol.

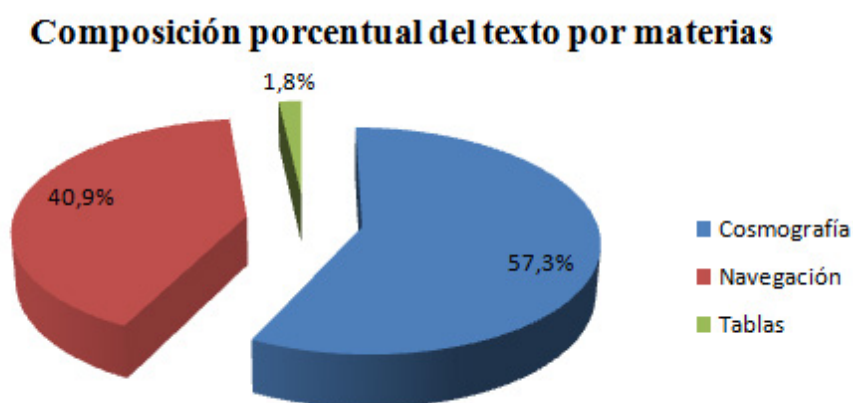
#### 5.4. BREVE COMPENDIO DE LA SPHERA Y DE LA ARTE DE NAVEGAR (CORTÉS, 1551)



Figura 5.9. Frontispicio *Breve compendio de la sphaera* [...] de Cortés (Sevilla, 1551).

El libro, en formato de 29 cm, consta de 94 folios en los que incorporadas al texto aparecen 28 ilustraciones de diversos tamaños y buena calidad, además incluye a página completa una carta de marear. En los márgenes incorpora anotaciones a modo de referencias bibliográficas. La tipografía empleada es del tipo de las labores manuscritas, editado a 32 líneas por página. Hace uso de letras capitulares que ocupan 4 líneas del texto. A lo largo del texto cita entre otros a Quintiliano, Ovidio, Fulgencio, Séneca, Juan Boccaccio, Plinio, Alfonso X el Sabio, Alberto Magno, Aristóteles, Joannes Sacrobosco Alfragano, Homero, Petrus de Altraco, Nicolaus Perotius, Rupertus Liconiensis, Purbachio, Homero. El texto se reeditó en Sevilla, Antonio Álvarez, 1556 y de acuerdo con Guillén Tato (1943) fue reeditado en Inglaterra en los siguientes años: 1561, 1572, 1579, 1584, 1589, 1596, 1609, 1615 y 1630. No hemos localizado ninguna otra obra de este autor.

El cuerpo de la obra está constituido por carta dirigida al Rey, tabla de contenidos, prólogo y por la materia que trata en la que los contenidos están distribuidos según la figura 5.10, estructurada en tres partes distribuidas en 54 capítulos.



**Figura 5.10.** Composición porcentual del *Breve compendio de la fsphera* [...] de Cortés (1551) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia

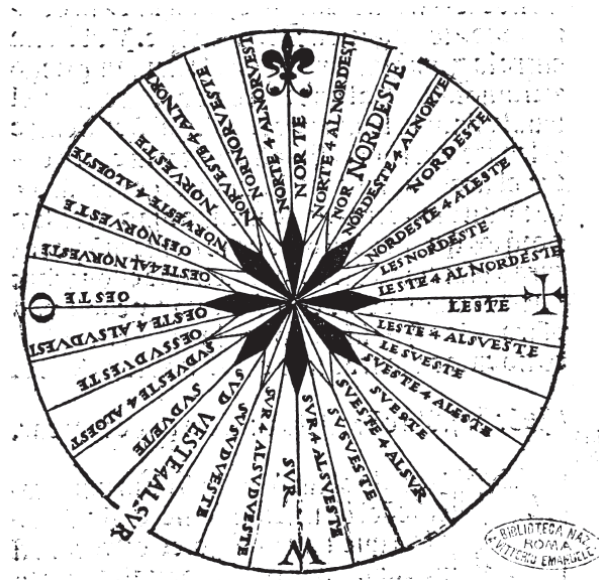


Inicia la obra con un panegírico, a modo de carta, dirigido al Rey Carlos I. En donde una de las justificaciones que motiva la escritura del libro es la escasa formación de los pilotos, manifestada en que pocos de ellos saben leer y la poca predisposición que tienen para aprender. Continúa en el prólogo insistiendo sobre la ignorancia, inexperiencia y el desinterés en instruirse de los pilotos, por lo que este libro debe servir de provecho para poder conseguir una navegación segura, en el que conjuga la teórica con la práctica que da la experiencia, a la que referenciado a Quintiliano, asevera que casi vale más que la ciencia, a la vez que dejó constancia de su dedicación a la ciencia, en la que puso de manifiesto la existencia de la variación magnética y el polo magnético, que denominó polo atractivo situándolo fuera de la Tierra.

La primera parte del compendio en 20 capítulos, trata de la composición del mundo y de los principios universales que para el arte de la navegación se necesitan, que junto con la segunda parte con otros 20 capítulos se ocupan de los movimientos del Sol y de la Luna y de los efectos que de sus movimientos se causan, utilizando en su desarrollo, numerosas referencias a autores clásicos y contemporáneos. Con estas dos partes, se conseguía dar a los aspirantes a piloto, los conocimientos básicos sobre astronomía náutica para poderse adentrar en la navegación astronómica, así como de los rudimentos de las mareas y de la predicción del tiempo atmosférico.

La parte tercera en 14 capítulos, la dedicó a la composición y uso de instrumentos y reglas del arte de la navegación, en donde trata todo lo necesario para la determinación de la posición del observador en la mar, fabricación y uso de instrumentos náuticos.

Martín Cortes, inició la tercera parte de la obra con el cuarteo de la rosa de los vientos de acuerdo con la figura 5.11, tal como era costumbre indicándolos por el punto del horizonte de donde se originaban. Una vez finalizado el cuarteo, asignándoles la denominación que reciben por los que navegan en el océano, pasa a enumerar la que reciben en el mar Mediterráneo.



**Figura 5.11.** Cuarteo de la rosa de los vientos. Fuente: Cortés, 1551. fol. lxi verso.

Antes de tratar la composición de la carta de marear, define navegar, con las siguientes palabras “[...] que navegar no es otra cosa fi no caminar fobre las aguas de un lugar a otro: y es una de las quatro cofas difficultofas que el fapientiffimo rey escriuiio” (Martín Cortes, 1551, fol. lxi reverso) y al no haber caminos determinado, como en tierra, refleja la necesidad de dibujar el contorno de la costa, para lo que considera fundamental conocer dos cosas: la posición de los lugares y la distancia existente entre ellos. Describe detalladamente cómo se tiene que levantar una carta de marear y los elementos que debe contener entre los que nombra: la rosa de los vientos, la graduación y la escala de distancias. Advierte la importancia de situar los puntos geográficos en las cartas por los rumbos o vientos que se hallan proporcionalmente y no por los que señala la aguja, motivados por que puede nordestear o noruestear la aguja.

En los capítulos tercero, cuarto y quinto, se ocupa de las propiedades de la aguja, de la fabricación de la brújula, del nordestear y noruestear. Describe la propiedad atractiva del imán, califica a la de color cerúleo como la mejor piedra imán y enumera las cinco especies existentes: “la primera ethiopica: la fegunda manefica de macedonia contermino alos

que van al lago d boveyda a la mano derecha: la tercera lechio de boecia: la quarta troa de cerca d alejandria: la quinta y manefia d afia [...]” (Cortés, 1551, fol. lxxix verso).

En el capítulo cuarto con la fabricación de la aguja, Martín Cortes se constituyó en el primer autor que en un texto del Arte de Navegar describió la fabricación de los instrumentos náuticos, anticipándose a la Real Cédula de 4 de diciembre de 1552, que los incluyó, como materia, en el programa de estudios<sup>207</sup>. En el capítulo quinto trata sobre el nordestear y noruestear de la aguja desde una posición alejada de los planteamientos de su tiempo, ya que lo hace desde la existencia de un polo magnético celeste, caracterizado por una fuerza atractiva sobre la aguja.

En el capítulo sexto bajo el título de la introducción y principios del arte de la navegación, trata de sus cuatro términos (rumbo, distancia, latitud y longitud), a los dos primeros los enseña a calcular mediante la carta de marear y encomienda al piloto su seguimiento constante durante la navegación, para enmendar el rumbo y calcular la velocidad del buque. Continúa que la situación calculada por estima, por su imprecisión, debe ser rectificada mediante el cálculo del punto por métodos astronómicos, que va desarrollando en los capítulos siguientes.

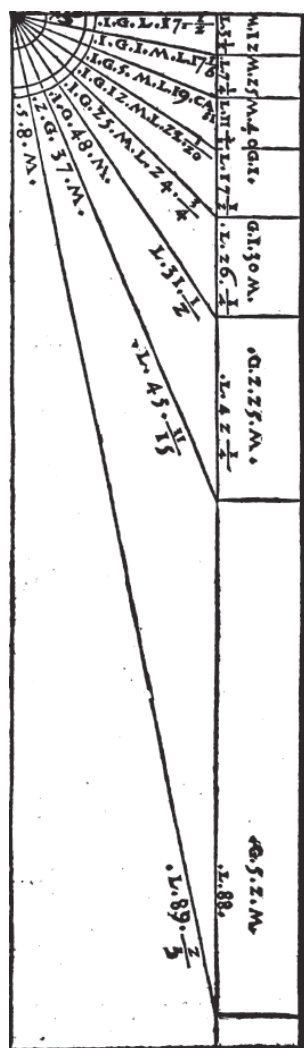
Del capítulo séptimo al décimo, ambos inclusive, los dedica a los instrumentos de tomar alturas (astrolabio y ballestilla) y al cálculo de la latitud por altura meridiana del Sol y por la Polar. En estos capítulos de forma ordenada va explicando el uso y fabricación de los instrumentos de tomar alturas, las definiciones de altura, complemento de la altura la altura meridiana, para después pasar a dar las cuatro reglas para tomar la altura meridiana en función de la altura del astro, la declinación y las sombras del Sol. Finaliza este grupo de capítulos tratando el cálculo de latitud por la Polar mediante las Guardas.

---

207 El texto de Martín Cortés, editado un año antes que entrase en vigor el plan de estudios de 1552, por su contenido, que coincide en la totalidad con las materias establecidas en el citado plan, nos hace pensar que pudo inspirarlo.

En el capítulo undécimo trata sobre la construcción de un instrumento para calcular la altura del polo y la hora que es por los rayos del Sol, sin tener que esperar el instante de la meridiana.

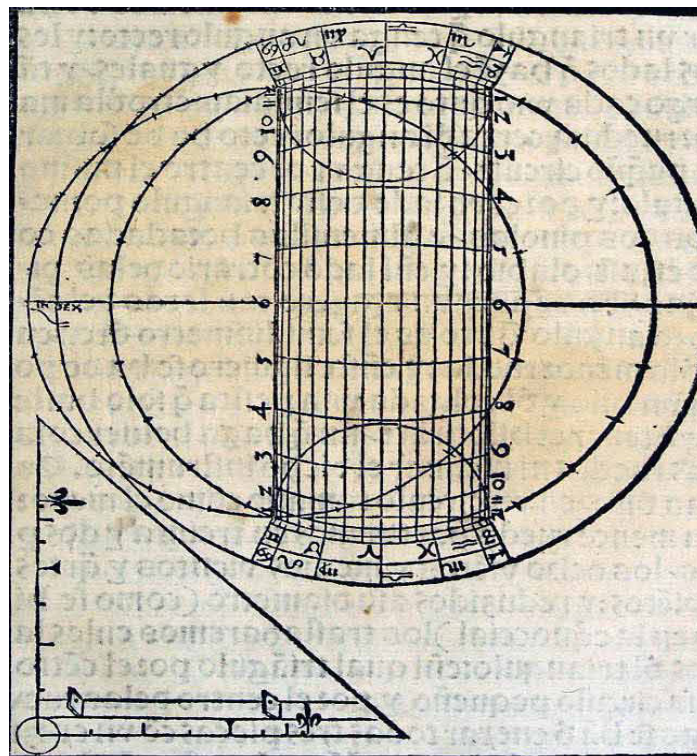
El capítulo duodécimo lo dedica a explicar las leguas que se navegan por grado de altura, partiendo que la navegación de un punto a otro, según los cosmógrafos, debe hacerse por círculo máximo, que es la distancia más corta entre dos puntos. Para el conocimiento de la distancia navegada incluye un cuadrante como el de la figura 5.12, en el que dibuja los ocho vientos y el valor de la distancia navegada en leguas, para cada uno de ellos.



**Figura 5.12.** Leguas navegadas por grado, según diversos rumbos. Fuente: Cortés, 1551, fol. lxxxviii verso.

En el capítulo décimo tercero trata como echar punto en la carta, para lo cual empieza definiendo, que es echar punto según los marineros y lo hace de la siguiente forma: “Dicen los marineros echar punto en la carta/al ver y apuntar en ella en que parte y punto del mar fe halla la nao que va navegando [...]” (Cortés, 1551, fol. lxxxix). Martín Cortés sitúa el buque en la carta mediante la ayuda de dos compases, la punta de uno la posiciona sobre el lugar de partida y la otra punta sobre el rumbo que navegó, una de las puntas del segundo compás se pone en la graduación correspondiente a la latitud observada y la otra punta en la línea Este/Oeste más próxima, desplazando los dos compases, en la intersección de las puntas, es en donde se encuentra el buque.

El capítulo décimo cuarto trata sobre el uso y construcción como se indica en la figura 5.13, de un instrumento general para saber las horas y la demora por donde sale y se pone el Sol.



**Figura 5.13.** Construcción del instrumento para saber las horas y por demora sale y pone el Sol. Fuente: Cortés 1551, fol. xci reverso.

Martín Cortés, en su obra, introdujo elementos nuevos como el magnetismo y las cartas esféricas, aunque estas fueron estudiadas anteriormente por Alonso de Santa Cruz. Técnicamente de contenido superior al de Medina, fue traducido al inglés y editado 9 veces en Inglaterra, la última en 1630<sup>208</sup>.

---

208 De la Puente Olea (1900), sólo cita tres ediciones en Inglaterra fechadas en: 1561, 1577 y 1596, mientras que Guillén Tato (1943) le atribuye 9 ediciones fechadas en: 1561, 1572, 1579, 1584, 1589, 1596, 1609, 1615 y 1630.

### 5.5. REGIMIENTO DE NAVEGACION (MEDINA, 1552)



Figura 5.14. Frontispicio del *Regimiento de Navegación* [...] de Medina (Sevilla, 1552).

El libro, en formato de 20 cm, consta de 90 páginas<sup>209</sup> sin numerar en las que aparecen incorporadas al texto 18 ilustraciones de diversos tamaños de buena calidad y una carta de marear a página completa. La tipografía empleada es del tipo de las labores manuscritas, editado a 36 líneas por página. No cita las fuentes en las que se basó para confeccionar el texto. Con el título de *Regimiento de Navegación*, Juan Canalla, Sevilla, 1552, publicó una edición reducida del *Arte de Navegar* 1545, que constaba de 90 folios, en la cual suprimió la mayor parte de los contenidos de la esfera, por un glosario de términos y desarrolló en reglas los seis notables en la que estaba dividida. Esta reducción del contenido del *Arte de Navegar*, Guillen Tato (1943) lo achaca 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.” (p. 10). Esta obra causó gran interés en el resto de Europa en donde se hicieron 20 ediciones, de las cuales 12 en Francia, 2 en Inglaterra, 2 en Italia y 4 en Holanda (Guillén Tato, 1943). Otras ediciones corresponden a las de Sevilla, Simón Carpintero, 1562<sup>210</sup> y Sevilla, Simón Carpintero, 1563. Esta última edición, estructura la obra en dos partes, con un total de 88 folios, la primera parte la componen 6 libros divididos en capítulos de similar contenido al de la primera edición, a la que añade 20 avisos en los que ilustra a pilotos y maestros en casos prácticos de navegación a la vista de la costa, con corriente, en ausencia de viento favorable, navegar con mal tiempo, seguridad interior, pérdida de la nao, meteorología y finaliza expresando ”En que ultimamente fe declara el eminente cargo que los pilotos tienen la gran obligación de faber las cofas que convienen para bien navegar“ (Medina, 1563, fol. lxxvi verso).

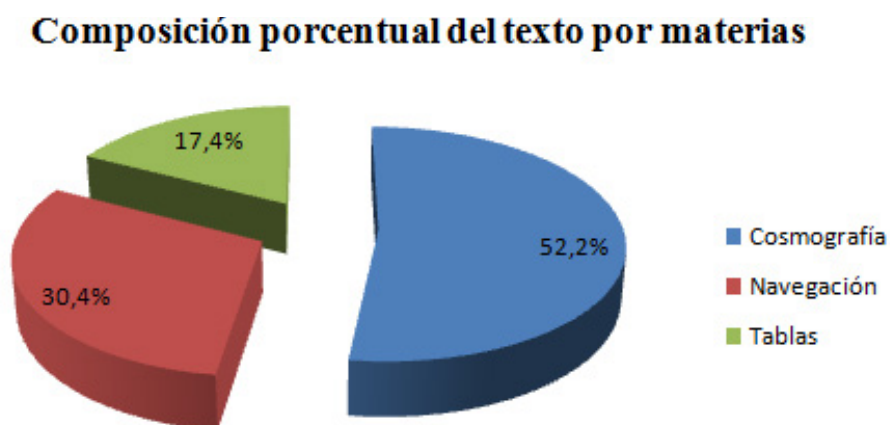
---

209 Al no disponer de numeración contamos las páginas totales del libro, de principio a fin.

210 Referente a esta edición Palau Claveras (1943, edición 2010) realiza el siguiente comentario: “Navarrete cita una edición de 1581, que no hemos encontrado por ninguna parte, y, en cambio, no cita la presente de 1562, cuya portada es exactamente igual a la de 1563, por lo cual dudamos hayan resistido ambas”. (p.23)



El cuerpo de la obra está constituido por licencia real, prólogo, proemio, principios fundamentales del regimiento, índice y por la materia que trata en la que los contenidos están distribuidos según la figura 5.15. Termina con la edición de la carta enviada por Pedro de Medina a Alonso de Chaves piloto mayor y la contestación que este hizo de la misma. Bajo el nombre de Tabla, enumera los temas que va a desarrollar, agrupados en seis notables.



**Figura 5.15.** Composición porcentual del *Regimiento de Navegación* de Medina (1552) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

El texto se inicia con la licencia real. Para poder ser editado, contaba con licencia administrativa, otorgada por el Príncipe a Pedro de Medina para imprimir el *Arte de Navegar*, por un plazo de 10 años, fijando el precio de venta de cada unidad en 204 maravedíes, así como la multa en la que incurrirían aquellos que lo imprimiesen sin dicha licencia. Por mandato de su Alteza la firmó Pedro de los Covos, en Madrid a 16 de diciembre de 1545.

En el prólogo dirigido a los pilotos y maestros, desarrolla los cuatro puntos que consideraba fundamentales en la navegación en la mar: el primero la excelencia que este arte tiene sobre los demás, fundamentado en el origen divino de la navegación, la segunda en los beneficios que reportaba, tanto en el terreno de la divulgación de la fe, como de los beneficios económicos, el tercero lo reservó para los constantes peligros que se encontraban en la navegación, tanto por el estado de la mar, como por la fragilidad de las embarcaciones con las que surcaban el océano, el cuarto y último punto lo dedicó al factor humano, focalizado en la importancia que tenían pilotos y maestros, por la confianza que se depositaba en ellos, en cuanto a la vida de los que navegaban en los barcos y las riquezas que transportaban, por lo que debían hacer buen uso del grado que se les había concedido. Por último, recordaba su cargo de examinador de pilotos y maestros de la Carrera de Indias, lo que le había permitido comprobar que eran pocos los que sabían lo que la navegación requería, como ayuda para paliar la ignorancia de las reglas que se han de seguir escribió el arte de navegar, del que recopiló el regimiento de navegación, que es lo imprescindible que debe conocer todo navegante para realizar una segura navegación.

En el “Prohemio y argumento del primor y sutileza de la navegación”, nos introduce en los contenidos que va a desarrollar a lo largo del libro, como son: la carta de marear, las alturas del Sol y del Norte, la aguja de navegar, cuenta de la Luna y el reloj del Norte.

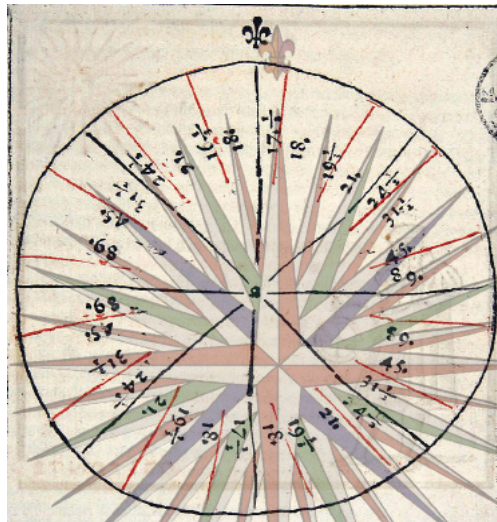
En los principios fundamentales: incluye a modo de glosario los siguientes términos: altura, grado, horizonte, línea equinoccial, parte del Norte, parte del Sur, declinación, trópicos, paralelo, meridiano y zenit. Términos básicos e imprescindibles, considerados por Pedro Medina para poder acometer la lectura del regimiento de navegación, que sin duda incluyó, por su experiencia de maestro y examinador de pilotos que le hacían conocedor de la formación previa de los examinandos.

Inicia los contenidos con el Notable primero de las cartas de marear, dividido en cinco Reglas y un Aviso, en los que va desgranando su utilidad, para representar el contorno de la tierra islas puertos, etc., los rumbos en los que ha de navegar de un punto a otro, la distancia existente entre ellos, situar el punto en la carta por escuadría, la determinación de la latitud en la carta. Enseña a determinar los rumbos de la carta, sus nombres y las 32 partes en que están divididos, como se muestra en la figura 5.16, continúa con el cálculo del rumbo hacia donde debe dirigirse el buque, para lo cual debe tener en cuenta el abatimiento, la altura tomada, el cálculo de la posición en la carta, con la dificultad que entraña en la mar por la movilidad del buque, por lo que explica el procedimiento a seguir para la fijación del punto con los dos compases.



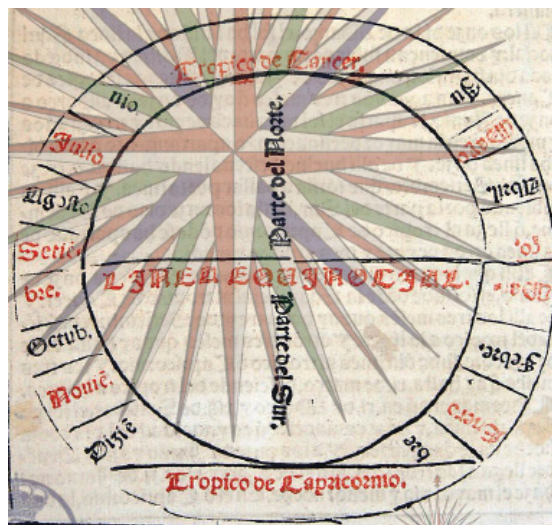
**Figura 5.16.** Cuarteo de la rosa de los vientos. Fuente: Medina,1552, fol. s.n.

También trata del modo de comprobar si es cierto el punto echado en la carta, para lo que tiene en cuenta los rumbos y distancias navegadas y la altura tomada. Finaliza el Notable primero con la figura 5.17, en la expresa las leguas que se cuentan por grado navegado en cada rumbo y la explicación correspondiente.



**Figura 5.17.** Número de leguas que se cuentan por cada grado de altura que se haya subido o descendido. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.

Notable segundo del altura del Sol. Comprende 13 Reglas, 2 Avisos y 1 Declaración, en donde las dos primeras tratan de los movimientos del Sol, en la regla primera se vale de la figura 5.18, para explicar dicho movimiento que hace el Sol durante el año.



**Figura 5.18.** Demostración del movimiento que hace el Sol durante el año. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.

De la Regla tercera a la décima mediante las reglas del Sol/sombras<sup>211</sup>, explica el procedimiento para calcular la latitud del observador en los hemisferios Norte y Sur, en donde conociendo la altura y la declinación del Sol a la hora de la meridiana calcula la latitud, así como los casos especiales en que la suma de altura y declinación no lleguen a los 90°, cuando fueran 90° justos, cuando el Sol estuviere por el zenit o por lo línea Equinoccial. En la Regla undécima explica la forma de conocer el año bisiesto. En la duodécima expone las cinco cosas que se deben tener en cuenta para tomar la altura del Sol, que son: hora, declinación, sombra, altura y regla. En la Regla decimotercera pone las tablas de declinación del Sol desde el año I después del bisiesto hasta el año IV. En la Declaración final trata de los motivos por los cuales varía la declinación con los días y las horas.

Notable tercero de la altura del polo. En este apartado, mediante tres Reglas un Aviso y tres Declaraciones explica la forma de poder conocer la latitud del observador mediante la altura de la Estrella del Norte.

Notable cuarto de las agujas de navegar. Este apartado comprende dos Reglas, una Declaración y un Aviso. En la primera Regla describe la importancia de la aguja en la navegación y la necesidad de su precisión para poder determinar el rumbo a seguir. Continúa la segunda Regla enumerando las cinco cosas que se han de mirar para corregir la variación de la aguja con la Estrella del Norte y el procedimiento a seguir en cada caso. En la Declaración describe que hay tres cosas en la navegación que aún que se ven sus efectos, se desconocen los motivos que las causan, que son: viento, corrientes y variación de la aguja. Finaliza este Notable recomendando como remedio y método de corrección, de lo que pueda apartar de la derrota fijada, tomar la altura para determinar el punto en donde se encuentra la nave.

---

211 Ver García Franco (vol. 1, 1947), en donde realiza la siguiente aclaración: “[...] entendiendo por sombra de un observador el punto del horizonte opuesto a un astro; si este se ve hacia el Sur, la sombra es Norte.” (p. 179).

Notable quinto de la cuenta de la luna y como vienen las mareas. Lo trata en cuatro Reglas y una Declaración, mediante el establecimiento del año lunar, conjunción lunar, los días que tiene el año lunar y cuántos son de conjunción, desde el año 1552, según figura 5.19, sin entrar en el procedimiento para el cálculo.

4	15	26	7	18	29	10	21	2	13
24	5	16	27	8	19	30	11	22	3
14	25	6	17	28	9	20	1	2	23

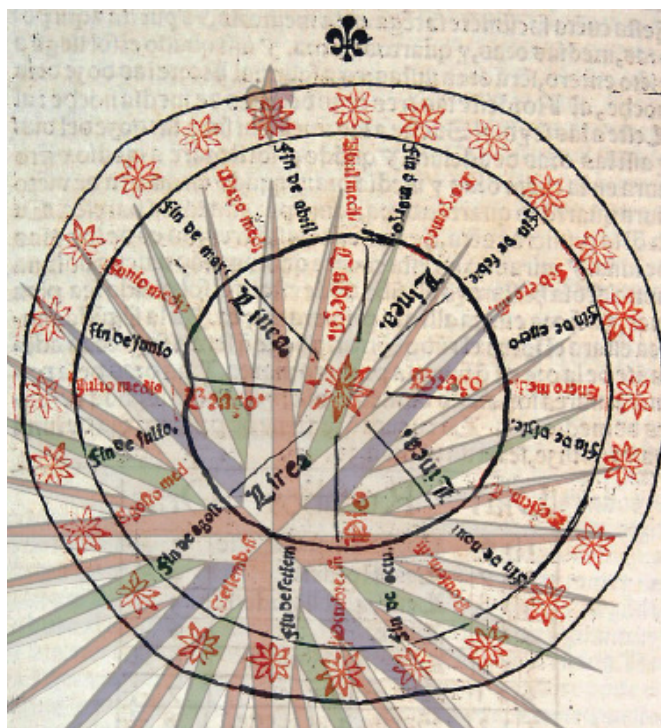
**Figura 5.19.** Tabla de días de concurrentes desde 1552 hasta 1581. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.

En la Regla segunda y en la Nota que le sigue, enseña mediante un ejemplo la forma de calcular los días de cada mes que son de conjunción de la Luna y en cada día cuantos son de Luna. Continúa en las Reglas tercera y cuarta con las causas de los diferentes movimientos de la mar, crecientes y menguantes que lo achaca a la Luna, así como lo que sobre las mareas deben conocer los pilotos y maestros.

Notable sexto del reloj para las horas de la noche. Mediante una Regla y una Declaración muestra la forma de conocer la hora que es de la noche, en cualquier punto que esté el observador. Considera importante este método de conocer la hora por la noche, ya que con la ampollita no siempre es posible, debido a que unas veces se para y otras se duerme el que la vigila.

Para explicar el procedimiento a seguir para calcular la hora durante la noche, lo hace mediante la Estrella del Norte y las guardas de la siguiente forma: considera la

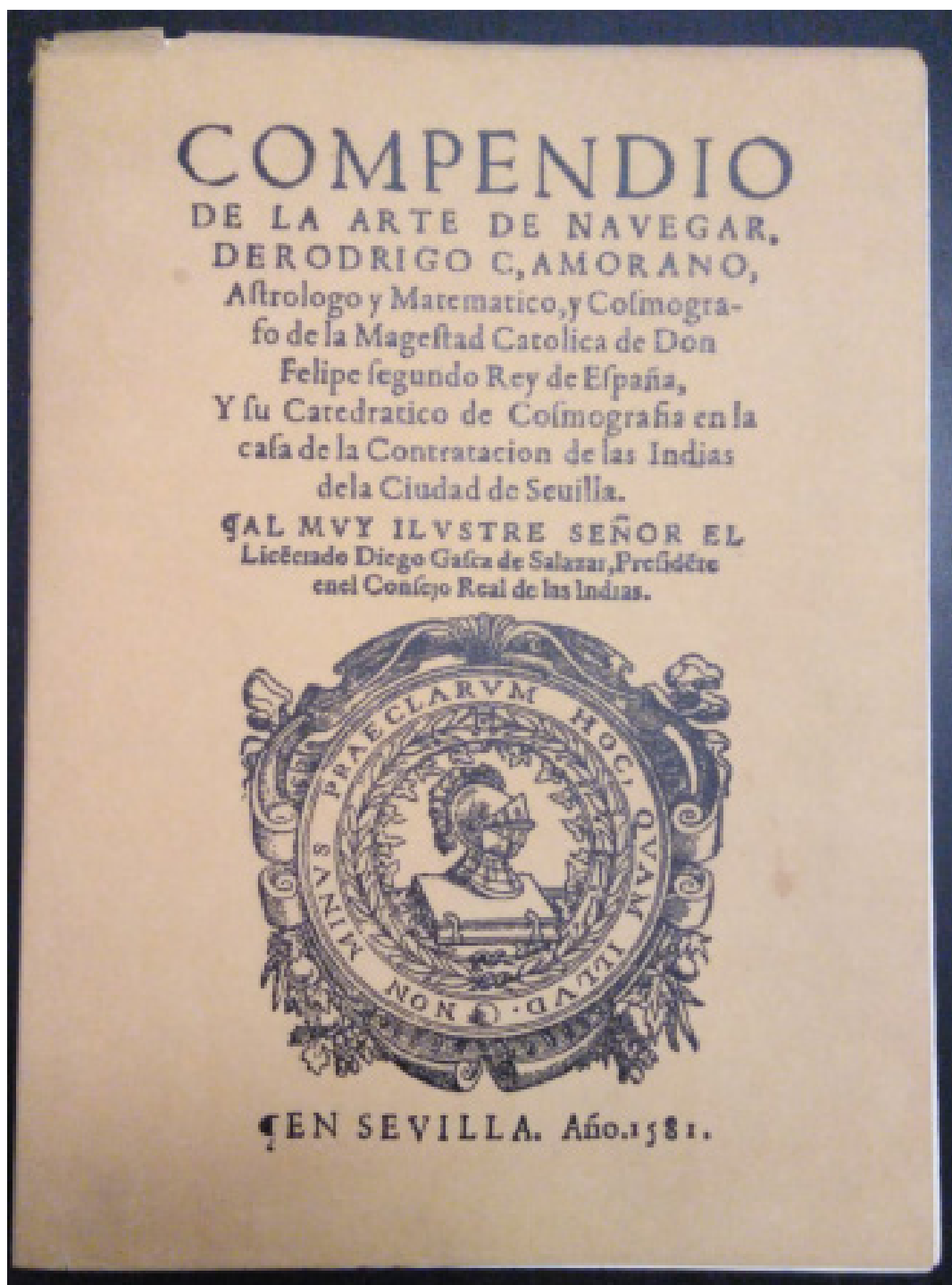
estrella del Norte el centro del reloj nocturno, a partir de dicho centro traza una cruz imaginaria, a la parte de encima le llama cabeza, pie a la de abajo y a los laterales, brazo derecho e izquierdo. A su vez vuelve a realizar otras cuatro divisiones, entre cabeza y brazos y brazos y pies, con lo que se tienen 8 líneas, a la que cada separación corresponde de 3 horas.



**Figura 5.20.** Posición de la Polar con respecto a las guardas según fecha. Fuente: Medina, 1552, fol. s.n.

En la figura 5.20., da la posición en que está la guarda a la media noche con respecto a la Estrella del Norte, lo que permitía calcular la hora en función de su posición. En la Declaración, da una breve explicación técnica, sobre el movimiento de la guarda, aclarando que la vuelta que hace no corresponde exactamente a 24 horas, con lo que la hora obtenida debe ser considerada estimativa.

5.6. *COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGAR*  
(ZAMORANO, 1581)



**Figura 5.21.** Frontispicio del *Compendio de la Arte de Navegar* de Zamorano (Sevilla, 1581).



El libro, en formato de 21, 5 cm, consta de 60 folios en los que aparecen 9 ilustraciones de diversos tamaños incorporadas al texto y de buena calidad. Utiliza adecuados elementos tipográficos, editado a 25 líneas por página. Hace uso de letras capitulares que ocupan indistintamente: 2, 3, 5 o 7 líneas del texto, siendo las más frecuentes las de 2. No cita las fuentes en las que se basó para confeccionar el texto, pero si expresa en el prólogo que toma el valor de la declinación del Sol calculado por doctísimos matemáticos como Purbachio, Monte Regio, Werner, Copérnico y Erasmo Reynoldo<sup>212</sup>.

Lo que conduce a pensar que utilizó la bibliografía de estos autores para escribir su obra. El texto se reeditó en cuatro ocasiones: Sevilla, Andrea Pescioni, 1582; Sevilla, Juan de León, 1586; Sevilla, Juan de León, 1588; Sevilla, Juan de León, 159. Otras obras de este autor son: la traducción de *Los seis libros primeros de la geometria de Euclides*, 1576; *Cronologia y Repertorio de la razon de los tiempos*, 1594.

El cuerpo de la obra está constituido por: Licencia de impresión, dedicatoria al licenciado Diego Gasca de Salazar presidente del Consejo de la Indias, prólogo y por las materias que trata. No contiene tabla de materias.

Juan Gallo de Andrada escribano de cámara de Felipe II, emitió licencia en nombre del Rey para poder editar y vender el libro, en Madrid a 26 de noviembre de 1580. Aunque ordena que se tase el precio a que se debe vender cada volumen, no concreta la cantidad.

En la introducción advierte al lector de las cuestiones importantes con las que se va encontrar a lo largo del libro, muy diferentes a las expuestas en otros de esta misma materia, entre las cuales se encuentra la nueva tabla de declinación del Sol, ya que las existentes eran incorrectas, debido que el año tiene 365 días 5 horas 49 minutos y para hacer los cálculos se

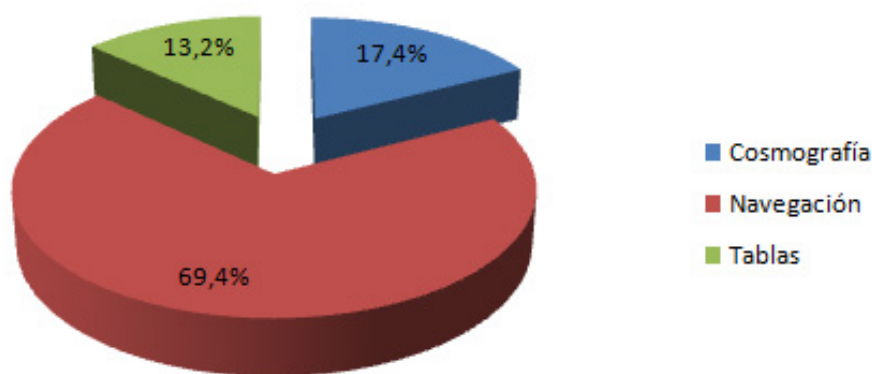
---

212 Autores de estudio que se incluyeron en los estatutos de 1594 de la Universidad de Salamanca para la enseñanza de la Astrología (Navarro Brotons, 2014).

redondeaba a 6 horas justas, los 11 minutos de diferencia causa que los equinoccios varíen medio grado en cada 80 años, lo que hace que la tabla de declinación del Sol se debe confeccionar cada 16 años por variar la declinación 3 minutos. También señala que en tiempos de Hiparco la Estrella Polar distaba del polo 12 grados y dos quintos, mientras que ahora sólo son 3 grados y 8 minutos, como es bien sabido, pero diferente a la que reflejan los que hasta ahora han escrito regimientos de navegación. Añade que estos y otros descuidos encontrados en los regimientos escritos, fue lo que le obligo a escribir este libro.

El cuerpo del texto está distribuido por materias, según la figura 5.22, empieza con la definición de navegación, dividiéndola en dos partes teórica y práctica; la teórica comprende el conocimiento de la Esfera y la práctica instruye sobre la fábrica y uso de los instrumentos de navegación, los procedimientos para determinar la posición del buque en la mar y echar el punto en la carta, así como el conocimiento de las mareas.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.22.** Composición porcentual del Compendio de la *Arte de Navegar* de Zamorano (1581) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

La primera parte corresponde a los principios de la Esfera desarrollado a lo largo de 20 capítulos, en los que se adentra de forma extractada en la materia que abarca los

libros I y II de la Esfera de Sacrobosco, tratando los siguientes conceptos: Qué cosa es esfera. Que todo el mundo es una esfera. De la división de la Esfera. Del movimiento del cielo. De la figura del cielo. Que también la Tierra y agua hagan una perfecta bola. Que la Tierra este en el centro del mundo. La cantidad absoluta de la Tierra. Del círculo equinoccial. De los polos del Mundo. De la Eclíptica. De la declinación del Sol. De los coluros. Del círculo meridiano. Del horizonte. De los Trópicos. De los paralelos. De los grados. Qué cosa es latitud y longitud. A lo que intercala el cuarteo de la rosa de los vientos y establece la diferencia entre rumbo y viento.

La segunda parte, desarrolla en 40 capítulos lo que denomina “la práctica de la navegación”, iniciando su estudio con la enumeración de las cinco cosas que son necesarias para saber la latitud o el apartamiento de la línea equinoccial, que son: astrolabio o cuadrante, la altura del Sol, las sombras, el regimiento o reglas del Sol y la declinación. Conceptos que va desgranando a través de los 9 primeros capítulos, empieza con la fabricación del cuadrante o astrolabio, una vez conocida su fabricación, en el segundo capítulo pasa a explicar su uso y forma de tomar la altura del Sol con el astrolabio a la hora de la meridiana. En el capítulo tercero explica las reglas de las sombras.

El capítulo cuarto dedicado al regimiento y reglas del Sol, establece que hay cinco reglas para determinar la latitud del observador en el momento de la meridiana.

Los capítulos quinto y sexto están dedicados a la declinación del Sol, en el quinto presenta cuatro tablas de declinación del Sol y explica cómo proceder para su manejo, al capítulo sexto denominado Ecuación de la declinación del Sol lo dedica a explicar los cálculos necesarios para determinar la declinación del Sol en el instante del paso por el meridiano del lugar, ya que las tablas están confeccionadas para el meridiano de Sevilla.

El capítulo séptimo lo dedica a poner cuatro ejemplos de las reglas expuesta para el cálculo de la latitud del observador a la hora de la meridiana. Con los capítulos octavo y noveno termina este bloque dedicado al astrolabio y las reglas del Sol para el cálculo

de la latitud en el momento de la meridiana, en el octavo se ocupa de enseñar mediante cuatro reglas, cómo calcular la latitud cuando la graduación del astrolabio no se inicia en el horizonte sino en el zenit y el noveno lo dedica a, conocida la latitud del observador, cómo calcular la altura del Sol sin necesidad de utilizar el astrolabio, para lo cual da cuatro reglas.

Del capítulo décimo al decimosexto trata de cómo se calcula la latitud por la altura de la Polar, empieza por definir la altura del polo y las cuatro cosas que son necesarias para calcularla: ballestilla, arrumbamiento de la Estrella del Norte, altura de dicha estrella y regla. En el capítulo undécimo explica la construcción de la ballestilla, utilizada para tomar alturas de la Polar. El arrumbamiento de la Estrella del Norte lo trata en el capítulo duodécimo, termina este capítulo presuponiendo al igual que muchos marineros, que el valor de la separación entre la Polar y el Polo es de  $3^{\circ} 30'$ .

El capítulo décimo tercero lo dedica al uso de la ballestilla. En el capítulo décimo cuarto en el regimiento o reglas de la Estrella del Norte, da ocho reglas para calcular la latitud, todas ellas relacionadas con la posición de las guardas respecto a la Estrella del Norte. En el capítulo décimo quinto tiene en cuenta los casos particulares en que navegando en latitudes bajas o por cualquier otra causa no sea posible ver las guardas ni arrumbarlas con la Estrella del Norte. Termina este bloque dedicado a la altura del polo, con el capítulo décimo sexto, en el que se ocupa de cómo calcular la latitud en el hemisferio Sur valiéndose de la constelación llamada Crucero.

Con el capítulo décimo séptimo inicia el bloque correspondiente a la aguja de marear, al que dedica dos capítulos, empieza resaltando su importancia en la navegación debido a que indica el camino que va haciendo el buque, continuando con su fabricación, a la vez que describe sus partes más importantes, como refleja en la figura 5.23, para terminar, señala el lugar del buque en donde se debe situar la aguja, que debe estar alineada con la proa/popa.



**Figura 5.23.** Partes más importantes de la aguja de marear. Fuente: Zamorano, 1581, fol.36 verso.

El capítulo décimo octavo trata de la forma de calcular la variación de la aguja, aprovechando el momento en el que la guarda delantera esté con la Estrella del Norte, Nordeste Sudoeste y en función hacia donde apunte la aguja, se sabrá si nordestea o noruestea. El resultado es la corrección que se debe aplicar a la hora de dar el rumbo en la navegación. Añade Zamorano que no confía mucho en este método debido a que considera puede inducir a errores. Por lo que propone otro método, que denomina que es por la línea meridiana, del cálculo de la variación para calcularla en tierra, en un sitio plano a nivel y que toque el Sol por la mañana y por la tarde, consistente en dibujar unos círculos en una superficie plana y en el centro poner un astil que sea equidistante a todas las parte de uno de los círculos, cuando la sombra corte uno de los círculos se marca la señal y cuando por la tarde la sombra vuelva a cortar el mismo círculo se marca también con una señal, se parte por la mitad el sector circular formado entre las dos sombras y sobre el punto de la división se tira una línea que pasa por el centro de los círculos que será meridiana, y coincidente con el norte/sur sobre la cual se asienta la

aguja para calcular si nordestea o noruestea. Acaba este capítulo advirtiéndole que, para calcular la variación de la aguja, tanto en tierra como en mar propondrá otro método cuando trate el reloj general.

A la carta de marear le dedica doce capítulos, del décimo noveno al trigésimo ambos inclusive, empieza definiendo la carta como una pintura natural que representa la tierra y el agua, enumera las cinco características destacables que se deben tener en cuenta en la fabricación de la carta, para que el marinero conozca el rumbo que ha de seguir, el lugar en donde está y pueda identificar los puntos de la costa con sus particularidades. La primera de las características consiste en que lo expresado en la carta tiene que ser un fiel reflejo de la realidad que representa, la segunda es que no sólo se tiene que representar la tierra sino también sus particularidades, la tercera corresponde a la correcta representación de los 32 vientos, a los cuales les asigna diferentes colores, el negro lo asigna a los ocho principales, que denomina los enteros, el verde para los medios y el rojo para las cuartas de viento, la cuarta corresponde a la graduación, recomendando que los grados sean iguales en todas partes y la quinta corresponde al tronco de las leguas, para el que da un método de comprobación para poder establecer si está bien calculado, para lo cual recomienda tomar el compas y medir cuatro grados de la línea de graduación de latitud y ver si coinciden con 70 leguas del tronco de leguas.

La carta de marear nos permite conocer cinco cosas: la disposición y arrumbamiento de las costas, las distancias que hay de un punto a otro, la latitud, el rumbo o rumbos por donde se tiene que navegar y el punto en donde está la nao, continua con el procedimiento para calcular cada uno de los cinco puntos, a excepción del punto donde está la nao que lo trata del capítulo del vigésimo al trigésimo.

En el capítulo vigésimo aborda el punto de fantasía, empezando por definir que echar el punto, es como hallar en la carta un punto, que proporcionalmente diste de

todas las tierras e islas allí pintadas, tantas leguas del tronco cuantas el mar haya desde donde está el observador hasta las tierras e islas de alrededor representadas por las de la carta. Los métodos para hallarlo son dos, por fantasía o por escuadría o geométrico, el de fantasía se calcula por rumbo y distancia, sabiendo el rumbo seguido, por la aguja, mientras que el cálculo de la distancia la deja al buen criterio del marinero, que juzgará lo que pueda haber andado la nao y medirá las leguas en el tronco, termina explicando cómo se procederá para situarlo en la carta.

En el capítulo vigésimo primero, del punto de escuadría o geométrico, expone como hay que proceder si al tomar la altura de la Estrella del Norte o la del Sol a la hora de la meridiana, después de haber calculado el punto, no coincide con el de fantasía, está el método de echar el punto en la carta llamado de escuadría, basado en dos cosas ciertas que son el rumbo que ha llevado la nao y la latitud observada, resultando el punto de escuadría de la intersección de ambos.

Los capítulos del vigésimo segundo al vigésimo sexto, ambos inclusive, tratan de la enmienda del punto de fantasía, cuándo y cómo se echa el punto por fantasía y altura, multiplicar o disminuir en altura, como echar el punto sin compases, de otra manera de echar punto por escuadría mediante dos hilos.

En el capítulo vigésimo séptimo, de las leguas que corresponden en la navegación a cada grado de altura por cualquier rumbo, confecciona su propia tabla figura 5.24, en la que representa en una columna las leguas de camino en función del rumbo seguido y en la otra la desviación del meridiano o línea derecha que pasa por el punto de salida, también representa la lo que denomina tabla antigua menos cierta.

Tabla del Autor.		Tabla antigua.	
Leguas de camino.	Apartamiento de línea derecha.	Leguas de camino.	Apartamiento de línea derecha.
1. 17, y 5. sextos	3. y media.	18.	3. y media.
2. 19, y 3. octavas	7. y vn quarto.	19. y media	7. y media
3. 21.	11. y 2. tercios	21. y media	11. y 2. tercios
4. 24. y 3. quartos	17. y media.	25.	17. y media.
5. 31. y media.	26. y 1. quinto	31. y media	26. y media.
6. 45. y 3. quartos	42. y 1. quarto.	46. y media	42. y media.
7. 89. y 3. quartos	88.	88	85.

Figura 5.24. Tablas de leguas de camino. Fuente: Zamorano, 1581, fol. 45 reverso.

El capítulo vigésimo octavo trata de cómo calcular la longitud, que los marineros llaman apartamiento de la línea derecha, y camino de lesteoeste, que es la parte comprendida entre dos meridianos, siendo estos, el de salida y el de donde está la nao, da dos métodos para calcularla, uno por escuadría mediante los compases y el otro método que denomina por números, consistente en entrar en la tabla de la figura 5.24, con el rumbo de la nao, en la columna de apartamiento de la línea derecha se obtenía una cantidad que multiplicada por la diferencia en latitud en grados, daba las leguas que se estaba apartado de la línea derecha que al dividirlo por 17,5 leguas se obtenía la diferencia en longitud entre el punto de partida y el lugar en donde se encontraba la nao<sup>213</sup>.

213 Desconocemos si las simples operaciones aritméticas propuestas para calcular la longitud, estaban al alcance de la mayoría de los pilotos, ya que como se expuso en la sección primera del capítulo 1, entre los requisitos exigidos para ser examinado de piloto, bastaba que supiesen leer el regimiento de la navegación y firmar su nombre.



El capítulo vigésimo noveno explica como situar en la carta una nueva tierra, marcándola con la aguja para acto seguido tomar la altura del Sol o estrella y calcular el punto en donde está la nao, al que llama primer punto, continuar sobre la derrota para el día siguiente realizar el mismo procedimiento y calcular el segundo punto, siguiendo la regla de los compases, la tierra se encontrará en donde se junten las dos puntas, una vez situada la tierra se procede a pintarla con todas sus particularidades.

El capítulo trigésimo trata del cálculo de la distancia a tierra por dos marcaciones simultaneas a dos puntos de la costa, se toman la demora a cada cabo y mediante la regla de los compases la nao se encontrará en donde se junten las dos puntas, una vez situada la nao en la carta, se medirá la distancia por el tronco de leguas.

A la Luna y mareas le dedica del capítulo trigésimo primero al trigésimo tercero, ambos inclusive, en el capítulo trigésimo primero expone la importancia que tiene para los marineros el conocimiento de las mareas, para la entrada y salida de puerto, ríos, barras y pasar por bancos y bajos, realiza una definición de marea como “Marea esvn movimiento regular, con el qual vnas vezes parece mas crecida que otras” (Zamorano 1581, fol. 48 reverso), y las distingue en las de aguas vivas y aguas muertas dándose ambas con una periodicidad de dos en cada lunación<sup>214</sup>, reserva como más conveniente el nombre de mareas para la pleamar, bajamar, montante y jufente<sup>215</sup>, que tienen una frecuencia de medio día lunar. Relaciona las mareas con el movimiento de la Luna, que son dos, el propio de poniente a levante y el otro de levante a poniente, para facilitar el cálculo de las mareas a través del movimiento medio de la Luna, explica el número áureo y la concurrente, para con estos dos números saber los días que son

---

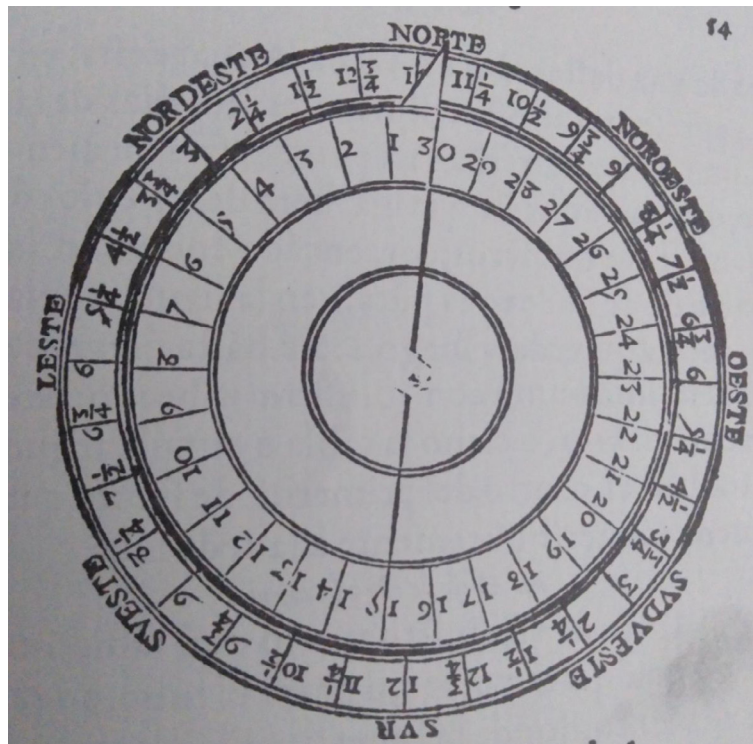
214 Los dos periodos en los que se dan las mareas de aguas vivas corresponden uno en Luna llena y el otro en Luna nueva, en el caso de las mareas de aguas muertas son uno cuando la Luna está en cuarto creciente y el otro cuando está en cuarto menguante. (Urrutia, s/f, Lección 24, pp. 66-67).

215 Véase: *Viage al Estrecho de Magallanes por el Capitan Pedro Sarmiento de Gambóa en los años de 1579 y 1580* [...], (p. 248), en donde traduce montante y jufente como flujo y reflujo o creciente y menguante.

de Luna o apartamiento de la Luna al Sol. Conocidos estos datos, se podrá saber los días que son de aguas viva y los de aguas muertas, para su cálculo expone cinco reglas y un ejemplo: primera regla del áureo número, segunda regla de la concurrente, tercera regla de la conjunción, cuarta regla de la llena, y cuartos de la Luna, quinta regla de las aguas vivas y muertas. Regla a regla, paso a paso, va explicando el procedimiento a seguir para realizar los correspondientes cálculos en cada apartado, complementándolo en el ejemplo, a modo de caso práctico en el que intervienen todos los cálculos explicados en las reglas anteriores, aplicados a una flota que está aprestada en Sanlúcar de Barrameda que por el calado de sus naos necesitan saber en qué fechas tendrán agua bajo la quilla para poder salir a hacia las Indias. De una forma clara y ordenada explica los cálculos a realizar hasta obtener la fecha en que se darán las aguas vivas y las muertas.

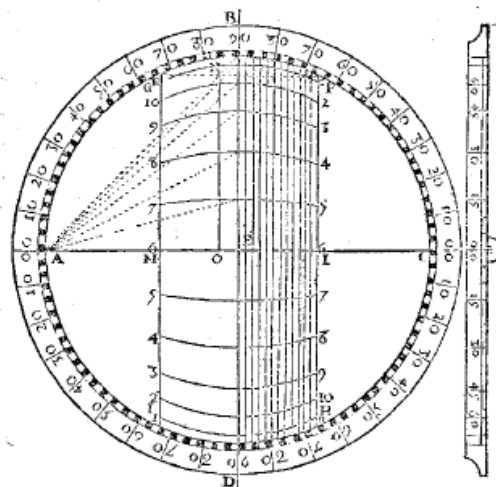
El capítulo trigésimo segundo trata de las mareas de cada día, que son las que dependen del movimiento forzoso de la Luna que tiene de Levante a Poniente, que en su recorrido va pasando por los 32 vientos de la aguja, siendo diferente cada día los movimientos de la mar debido a no mantenerse la misma distancia entre el Sol y la Luna.

En el capítulo trigésimo tercero se ocupa de un instrumento para en general juzgar las mareas. A lo largo de capítulo desarrolla el procedimiento para fabricar y el uso de un instrumento figura 5.25, para facilitar a los marineros el conocimiento de las mareas, en cualquier sitio que estén, utilizando como datos los días de Luna y los rumbos donde causa las mareas.



**Figura 5.25.** Instrumento para en general juzgar las mareas. Fuente: Zamorano, 1581, fol. 54 verso.

En el capítulo trigésimo cuarto trata de la composición de un reloj general, que sirve universalmente en todo el mundo. Inicia el bloque temático correspondiente al reloj enseñando su fabricación apoyándose en la figura 5.26, dando como resultado un reloj que en cualquier parte del mundo se conocerán desde las 06h hasta las 18h, como viene determinado en su eje del mundo representando por la línea CA.



**Figura 5.26.** Construcción de un reloj de general. Zamorano, 1581, fol.55 reverso.

En el capítulo trigésimo quinto se ocupa de las de la partes de este instrumento. Consta este instrumento de dos partes, la primera divide el círculo en  $360^\circ$  que es el meridiano y la línea de las 12 horas, en la otra que corresponde a la parte derecha, mediante líneas que representan: la equinoccial en el centro, a continuación los paralelos de declinación del Sol y las dos últimas corresponden al trópico de Cáncer y de Capricornio. Las líneas comprendidas entre la equinoccial y el trópico de Cáncer se utilizan entre el 11 de marzo y hasta el 13 de septiembre, utilizando las otras para el resto del año, las líneas curvas corresponden a las líneas horarias. En los extremos vienen representados el polo Norte y el polo Sur y las líneas discontinuas indican los vientos.

El capítulo trigésimo sexto. De cómo se sabrá la hora por este instrumento. En este capítulo explica el procedimiento a seguir para saber la hora con el instrumento descrito anteriormente, empezando por los datos necesarios que se tienen que introducir como son: la latitud del observador, la altura y la declinación del Sol, que después de aplicar cada uno en su sitio correspondiente, da la hora en el instante de la observación del Sol.

En el capítulo trigésimo séptimo. De lo que nordestea o noruestea la aguja. Otra de las utilidades que le da al instrumento estudiado, mediante la acción combinada con la aguja, es la de poder calcular lo que esta nordestea o noruestea. Con la aguja se marca por donde nace o se pone el Sol y se comprueba si coincide con la dirección que indica el instrumento, para interpretar el resultado obtenido da tres reglas, para el caso de la salida del Sol: si coincide la demora aguja del Sol con la que indica el instrumento, la aguja no tiene variación, cuando la demora aguja del Sol en el momento de la salida está más al Norte, o más al Sur en el caso de la puesta, de lo que indica el instrumento, la diferencia es lo que nordestea la aguja, si la demora de aguja del Sol en el momento de la salida está más al Sur, o más al Norte en el caso de la puesta, de lo que indica el instrumento, la diferencia es lo que noruestea la aguja.

En el capítulo trigésimo octavo. De la hora en que nace y se pone el Sol cada día en cualquier parte. Siguiendo con el mismo instrumento, y como datos, la latitud del observador y la declinación del Sol, que aplicados en el instrumento da la hora de salida o puesta de Sol, teniendo en cuenta que cada hora tiene dos números, uno después de medio día y este corresponde a la hora en que se pone el Sol y otro antes del medio día, que en la que el Sol nace.

En el capítulo trigésimo noveno. De la cantidad del día y de la noche. Calcula la duración del día como el resultado de sumar el doble de la hora de la puesta del Sol, y la duración de la noche como el resultado de sumar el doble de la hora de la salida del Sol.

En el capítulo cuadragésimo. Del reloj de noche por el Norte. Fundamentado en lo que ha explicado con respecto a las guardas y la Estrella del Norte desarrolla como se puede calcular la hora en el hemisferio Norte por la noche, partiendo de los supuestos que: en el mes de mayo la guarda delantera llega al Noroeste de la Estrella del Norte a la media noche, y tomando ese punto como referencia enuncia una regla, que consiste en calcular en que parte hace la media noche la guarda delantera: y en que parte está la dicha guarda, en el instante que se quiere saber qué hora es. Termina con un ejemplo aclaratorio, que indica cómo se debe calcular la hora por la noche.

### 5.7. HIDROGRAFIA (POZA, 1585)



Figura 5.27. Frontispicio de *Hidrografia* [...] de Poza (Bilbao, 1585).

La obra, en formato de 19,5 cm, consta de 142 folios en los que no aparece ninguna ilustración. Utiliza dos tamaños de letra, la mayor para indicar el inicio de cada uno de los libros y la menor para el cuerpo del texto que está compuesto de 32 líneas por página. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares que ocupan indistintamente: 2, 4 o 5 líneas del texto, siendo más frecuente la de 2. Entre las fuentes citadas destacan Purbachio, Monte Regio, Copérnico, Erasmo Reynoldo Johannes Stadius, Ciceron, Girolamo Cardano, Ptolomeo, Pedro Apiano, Rodrigo Zamorano, Guillermo Bourne, Josepho Moletto. En el libro segundo de la Hidrografía, advierte que la navegación del Catayo y la China es traducción de un cosmógrafo inglés. La obra de Poza fue reeditada en San Sebastián, Martín de Huarte, 1675<sup>216</sup>. Otra obra de este autor es *De la antigua lengua, poblaciones y comarcas de las Españas* de 1587.

El cuerpo de la obra está constituido por: Aprobación, licencia de impresión, prólogo, tabla de contenidos de la primera parte y las materias que trata.

Juan Bautista Antonelly, por mandado del Consejo Real, concedió aprobación de impresión del libro de Andrés de Poza, firmada en Aranjuez a 4 de mayo de 1584.

En San Lorenzo a 19 de mayo de 1584 Antonio de Erasso por mandato de Su Majestad firmo la licencia para poder imprimir el texto por un plazo de 10 años. No tasa el precio al que se ha de vender el libro, pero si impone una multa de 50.000 maravedíes, para quien lo imprimiese sin licencia, destinando una tercera parte para el denunciante, otra tercera parte para la Cámara Real y el resto para el juez que lo sentenciase.

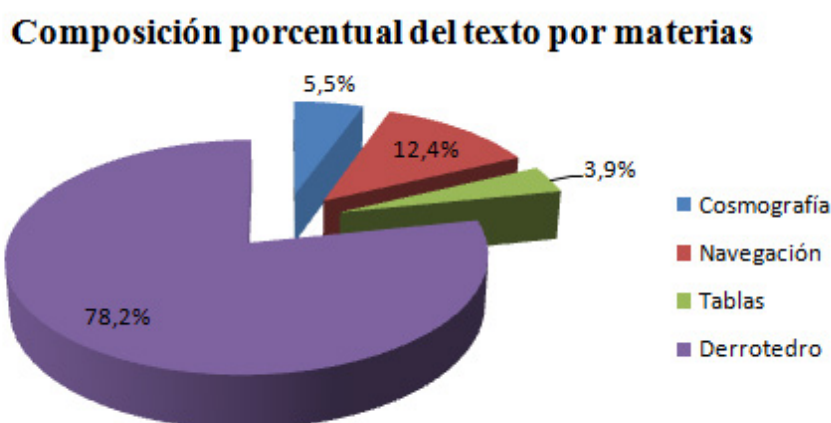
Poza explicitó en el preámbulo los motivos que le llevaron a escribir la obra que consta de 103 capítulos, que no eran otros que, divulgar lo más útil y necesario que hasta ese momento no se había publicado, sobre la entrada y salida de los puertos más

---

216 “Aunque figura en primer lugar Maris Carneyro, poco aumentó éste a la primera edición del Poza, de 1585.” (Palau Claveras, 1943, edición 2010, p. 25).

importantes de Europa, para lo cual se sirvió de material recopilado en los idiomas italiano, francés, inglés y flamenco, a la vez que advertía la posibilidad de la existencia de errores, si los originales de donde fueron extractados contenían engaño.

La obra está dividida en dos partes, denominadas Libro primero con 43 capítulos y Libro segundo con 60 capítulos, en el cual se distribuyen las materias de acuerdo con la figura 5.28.



**Figura 5.28.** Composición porcentual de la *Hidrografía* de Poza (1585) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

El Libro primero corresponde a la parte teórica y a las tablas de declinación del Sol, distribuido en cinco apartados: La parte primera consta de 16 capítulos, de los cuales 15, los dedica a desarrollar los contenidos del Libro I y II de la *Esfera* de Sacrobosco: Que cosa es esfera, Orbe, Centro, Diámetro, Polo, Todo el mundo es un esfera; Del Universo y su forma, De partes en que está dividido, Demostración que el elemento Agua es diez veces mayor que la Tierra; Del movimiento de cielo; Del lugar y figura y de la Tierra, Situación de la Tierra en el centro del Universo; De la cantidad absoluta de la Tierra y de cómo el grado celeste contiene no más de 3428 pasos geométricos. Del círculo equinoccial; De la eclíptica y de la declinación del



Sol; Del círculo meridiano; Del horizonte; De los coluros; De los trópicos y de los círculos Árticos; De los paralelos; Del zenit; Definición de los grados y medida con que se mide en el cielo; de la longitud y la latitud. Termina el apartado primero con el capítulo 16, que trata sobre los vientos e incluye una tabla con sus nombres en los idiomas: español, italiano, flamenco, latino y griego.

La parte segunda en 4 capítulos se ocupa de los principales instrumentos de navegación: la aguja de marear; la carta de marear, el astrolabio y la ballestilla.

En capítulo I, da una serie de puntos geográficos en donde la aguja nordestea, noruestea o permanece invariable, contrapone las ideas de los modernos con la de Girolamo Cardano (1501 – 1576), desechando estas últimas, finalmente da unas reglas para saber si la aguja nordestea o noruestea teniendo en cuenta la zona por donde se navega.

En el capítulo II explica el procedimiento a seguir para construir lo que denomina una buena carta de marear y establece que hay que cumplir dos cosas: que se empiece a graduar la carta por el cruce de la línea equinoccial con el meridiano que pasa por las islas de San Miguel, Santa María, Buena Vista y Mayo, con los mismos intervalos de graduación que la de escala de latitudes ya que asegura que los grados de latitud y longitud son siempre iguales. La escala se hará de poniente hacia levante, graduándola de grado en grado hasta donde llegue y cada 10° se tirarán perpendiculares a la equinoccial y a la línea Norte Sur. Lo segundo que hay que tener en cuenta es que a medida que los meridianos estén más al Norte, estos se irán estrechando en proporción al valor de un grado en la equinoccial equivale a 17, 5 leguas, mientras que en el paralelo de 60° equivale a 8 leguas y tres cuartos. También contempla que el caso de utilizar cartas ya confeccionadas, como método de comprobación da la latitud de una serie de puntos, y si no coincidían había que corregirlas.

En los capítulos III y IV, describe sucintamente el astrolabio y la ballestilla, mostrando preferencia por el astrolabio, aunque recomienda llevar también la ballestilla, sobre todo para tomar la distancia entre la Luna y las estrellas.

La tercera parte, en 6 capítulos, se ocupa de las mareas, de los elementos necesarios para poder calcularlas y de los relojes. El capítulo I lo inicia con una tabla perpetua de las conjunciones de Sol y Luna que va de 1583 a 1601, que se convierte en perpetua ya que en 1602 vuelve a empezar el ciclo de 19 en 19 años hasta 1700. En el capítulo II trata del procedimiento a seguir para el cálculo del número áureo de memoria. El capítulo III se ocupa del cálculo de memoria de las concurrentes y las conjunciones de Sol y Luna, mediante la tabla de la figura 5.29, ilustra lo explicado con un ejemplo empleando operaciones aritméticas básicas. En el capítulo IIII explica las mareas en función de la conjunción, de la llena y los días de los cuartos que va estableciendo las posiciones que corresponderá a aguas vivas aguas muertas, así como las pleamares y bajamares en función de las posiciones de la Luna según las teorías de Gabriel Pyrovano y termina el capítulo enseñando la construcción de un instrumento para calcular las mareas. Los capítulos V y VI los dedica al reloj de noche por el Norte y al reloj general por las estrellas fijas.

Tabla nueva perpetua para saber las conjunciones del Sol  
y Luna, y sirve hasta el año de 1700.

	Abr.	May.	Junio.	Julio.	Ago.	Sept.	Octu.	No.	Dcz.				
1583	7	23	21	23	21	21	19	18	17	15	15	13	13
1584	8	12	11	11	10	9	8	7	5	3	3	2	1.31
1585	9	30	00	30	29	28	27	26	24	23	22	20	20
1586	10	19	18	19	18	18	16	15	14	12	12	10	9
1587	11	3	7	8	7	7	5	5	2	2	1.31	29	28
1588	11	27	25	26	25	24	23	23	21	20	19	18	17
1589	13	16	14	15	14	13	12	12	10	9	9	7	7
1590	14	5	4	5	3	2	1	1.30	29	28	27	26	26
1591	15	24	23	24	21	21	20	20	18	17	16	15	15
1592	16	14	12	13	11	11	9	8	7	5	5	3	3
1593	17	2	1	2	1.30	30	28	27	25	24	23	22	22
1594	18	21	19	21	20	19	18	2.31	15	13	13	11	11
1595	19	10	8	10	9	7	7	6	5	3	3	1.30	30
1596	1	27	27	18	26	26	25	24	23	21	21	19	18
1597	2	17	15	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
1598	3	7	4	6	5	4	3	3	1.31	29	29	28	27
1599	4	26	24	25	24	23	22	21	20	18	18	17	2
1600	5	15	14	14	13	12	10	10	8	7	6	7	5
1601	6	4	3	3	2	1.31	29	29	27	26	26	25	25

**Figura 5.29.** Tabla nueva perpetua para saber las conjunciones del Sol y Luna, año 1583 -1601. Fuente: Poza, 1585, fol. 14 reverso.

La cuarta parte en 9 capítulos trata sobre las reglas generales para calcular la altura del Polo, la latitud por las estrellas fijas, por la Polar y por el Sol, las leguas navegadas por cada grado de altura, cálculo de la longitud por el rumbo y distancia navegada, cálculo de la situación por fantasía y altura y de los errores que afectan a las situaciones calculadas por fantasía y escuadría.

El capítulo I lo dedica a establecer las reglas generales para medir la altura del Polo. En los capítulos II, III y IIII da las reglas para calcular la latitud por las estrellas fijas, por el Sol y por la Polar. El capítulo V trata sobre las leguas navegadas por cada grado de variación en altura, en donde adopta el valor de 17, 5 leguas españolas por cada grado navegado en rumbo Norte y de acuerdo con los cálculos realizados por el comentador de Pedro Appiano confecciona la tabla de la figura 5.30, que expresa esa variación en distancia navegada.

1. Rumbo	17. leg. y 5. sext.
2. Rumbo	18. leg. y 14. quin.
3. Rumbo	21. leg. y 1. vint.
4. Rumbo	24. leg. y 3. quar.
5. Rumbo	31. leg. y 1. segū.
6. Rumbo	45. leg. y 3. quar.
7. Rumbo	89. leg. y 2. terc.

**Figura 5.30.** Distancia navegada por cada grado de variación en altura. Fuente: Poza, 1585, fol. 31 verso.

En el capítulo VI se ocupa del cálculo de la distancia navegada conocida la diferencia en latitud y el rumbo o rumbos navegados, para lo cual facilita la proporción entre rumbos por variación de grado navegado “[...] fi nauegais por el primer rumbo, por cada grado de variacion Polar allareis un quinto de mas leguas o camino que fi vuerades navegado por la línea derecha Norte Su.” (Poza, 1585, fol. 31 reverso). Y así hasta el

séptimo rumbo, va enumerando las variaciones que experimenta la distancia de acuerdo con el rumbo navegado.

El capítulo VII trata de las leguas de apartamiento que se navegan por grado en rumbos diferentes. Poza, aporta dos tablas reducidas de leguas y grados de acuerdo con el rumbo navegado, que transcribimos en las tablas de las figuras 5.31 y 5.32.

Desviando os de qualquier meridiano, hasta variar vn grado de altura os salen de apartamiento por el	1. Rumbo	3. leg. 1. segun.
	2. Rumbo	7. leg. 1. quar.
	3. Rumbo	11. leg. 2. ter.
	4. Rumbo	17. leg. 1. segun.
	5. Rumbo	26. leg. 1. quint.
	6. Rumbo	42. leg. 1. quar.
	7. Rumbo	88. leg.

**Figura 5.31.** Tabla reducida a leguas según el rumbo navegado. Fuente: Poza, 1585, fol. 32 reverso.

Desviando os de qualquier meridiano hasta variar vn grado de altura os salen de apartamiento en la equinocial que es el nivel de la longitud por el.	1. Rumbo.	12. minutos.
	2. Rumbo.	25. min.
	3. Rumbo.	40. min.
	4. Rumbo.	1. grad.
	5. Rumbo.	1. grad. 1. segun.
	6. Rumbo.	2. grad. 25. mi.
	7. Rumbo.	5. grad. 2. min.

**Figura 5.32.** Tabla reducida a grados y minutos según el rumbo navegado. Fuente: Poza, 1585, fol. 32 reverso.

Del capítulo VIII al X, se ocupa de cómo echar punto por fantasía, por escuadría y de los errores que los afectan.

En el capítulo VIII expresa la extrema atención que debe observar el piloto en todos los agentes que intervienen en la marcha del buque y su control, para calcular la distancia navegada. Una vez calculada esta, mediante dos compases calculaba el punto de fantasía: en uno con el que se tomó la distancia navegada, se ponía una punta en el origen de la salida del buque y en el otro con una punta en la latitud en la que se encuentra y la otra en paralelo más cercano, se van desplazando y en la intersección de las puntas, es donde se encuentra el buque.

En el capítulo IX, trata sobre el cálculo del punto de escuadría utilizando el mismo procedimiento que en el caso anterior, pero en el que la latitud utilizada es la observada.

El capítulo X se ocupa de los errores en la situación calculada, que pueden ser debidos al navegar a varios rumbos y no llevar el control exacto de las distancias navegadas, los temporales, las guiñadas del timonel, lo que ocasiona que el punto obtenido sea erróneo. Resalta que a pesar de todas las reglas dadas muchas veces los pilotos se han alejado cientos de millas de su punto de destino, e incluso algunos ocultan el punto en donde calculan estar, por no descubrir su ignorancia. Poza explicitó su conclusión sobre los pilotos, de su experiencia personal extraída de las tres veces que navegó, añadida a las informaciones recibidas, lo plasmo así “[...] estoy informado que los mas de los pilotos, andan atino, efpecialmente en nauegaciones largas por las razones ya dichas, que aun que no quieran confeffarlo otra cofa les dira fu fecreta razón.” (Poza, 1585, fol. 34 reverso).

La quinta parte en 7 capítulos, trata sobre la navegación por longitud y altura.

En el capítulo I, explica la diferencia existente entre la navegación por derrota y altura tratada anteriormente, con la navegación por longitud y altura, que está fundamentada en dos cosas, en el tiempo y en los grados de longitud que está a Oriente u Occidente del punto de salida y en reducir el tiempo y grados a leguas según el paralelo en que nos encontremos y el paralelo del puerto de salida.

En los capítulos II, III y VIII enseña como calcular la diferencia en longitud con respecto al puerto de partida mediante los siguientes métodos: por la Luna, por otra vía y por instrumento. En el capítulo V se ocupa de las leguas que corresponden a cada hora según la latitud por donde naveguen, para lo cual adjunta la tabla de la figura 5.33.

Altura Polár.	Leg.por hora.	Altura Polár.	Leg.por hora.	Altura Polár.	Leg.por hora.	Altura Polár.	Leg.por hora.
1.	262. y vn segundo.	18.	249. y vn tercio.	36.	216. y vn tercio.	49.	172. y vn tercio.
2.	262. y cinco doze.	19.	248. y vn quart.	37.	209. y tres quart.	50.	168. y vn segundo.
3.	262. y vn quart.	20.	246. y tres quart.	38.	206. y siete oct.	51.	165. y vn tercio.
4.	262. y vn octau.	21.	245.	39.	203. y cinco sext.	52.	161. y vn segundo.
5.	261. y vn segundo.	22.	243. y vn quart.	40.	201.	53.	157.
6.	261.	23.	241. y vn tercio.	41.	198.	54.	154. y vn quart.
7.	260. y vn segundo.	24.	239. y tres quart.	42.	197.	55.	150. y vn segundo.
8.	259. y siete oct.	25.	238.	43.	192.	56.	146. y dos tercios.
9.	259.	26.	236. y vn tercio.	44.	188. y tres quartos.	57.	143.
10.	258. y vn segundo.	27.	234. y vn quart.	45.	185. y vn segundo.	58.	139. y vn tercio.
11.	257. y vn segundo.	28.	231. y siete oct.	46.	182. y vn quart.	59.	135. y vn tercio.
12.	256. y dos tercios.	29.	229. y vn segundo.	47.	179.	60.	131. y vn quart.
13.	255. y tres quart.	30.	227. y vn quart.	48.	175. y vn segundo.		
14.	254. y dos tercios.	31.	225. y vn tercio.				
15.	253. y vn segundo.	32.	222. y vn segundo.				
16.	252. y vn quart.	33.	220. y vn quart.				
17.	251. y vn oct.	34.	217. y vn segundo.				
		35.	215.				

**Figura. 5.33.** Tabla de las leguas que corresponden a una hora de diferencia, en alturas diferentes. Fuente: Poza, 1585, fol. 37 reverso.

Estas tablas permiten conocer sin realizar ningún cálculo, el valor de las leguas navegadas entre dos puntos, conociendo la latitud y la diferencia horaria. Poza, advierte que existen otros tres métodos para calcular la distancia navegada entre dos puntos, que no los explica aquí, ya que Pedro Apiano lo hace en el capítulo 13 de su *Cosmografía*, que está traducida al castellano.

En el capítulo VI trata de cómo echar el punto en la carta utilizando el compás, que graduado en la escala de latitudes a razón de 1° por cada 4' de tiempo, se calcula el punto en la carta poniendo el centro en el punto de salida y donde corta el paralelo en el que se navega es donde se encuentra el buque.

En el capítulo VII, Poza presenta la importancia de la navegación por altura y diferencia de tiempo al evitar los errores que se producen en los puntos de fantasía y escuadría.

El segundo libro, con un total de 142 folios que contienen un completo derrotero de la costa europea, al que añade las dos derrotas conocidas al Catayo y otras tres que extrajo del libro de William Bourne titulado *Regimiento del Mar* que fue editado en Londres en 1580, finaliza esta segunda parte con la tabla de la longitud y latitud de costa, cabos, puertos, e isleos más importantes, calculada al meridiano de las islas de Canarias.

## 5.8. REGIMIENTO DE NAVEGACION (GARCÍA DE CÉSPEDES, 1606)

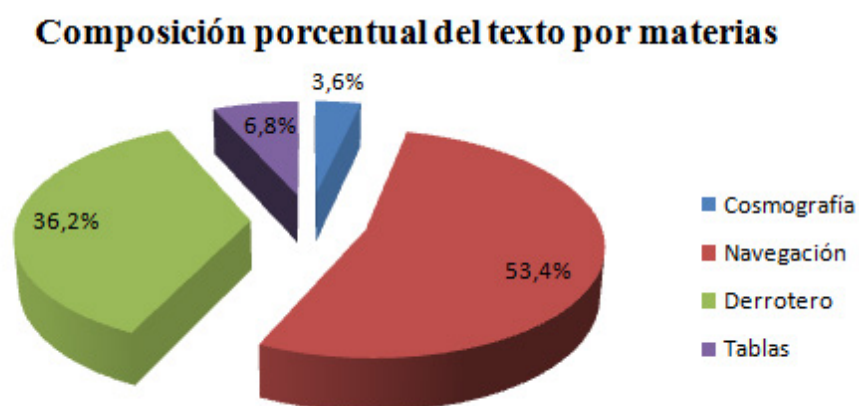


**Figura 5.34.** Frontispicio del *Regimiento de Navegación* [...] de García de Céspedes (Sevilla, 1606).



El libro, en formato de 30,5 cm, consta de 184 folios mal numerados, con saltos de folio y numeración repetida, en los que aparecen 118 ilustraciones de buena calidad incorporadas al texto y un mapa general. Utiliza tres tamaños de letra, la mayor para los subepígrafes, la mediana y la pequeña para el cuerpo del texto con una ocupación en el primer caso de 34 líneas por página y de 47 en el segundo. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares que ocupan indistintamente: 3, 4, 5 o 6 líneas del texto, siendo más frecuente la de 4. Entre las fuentes citadas destacan Copérnico, Alfonso X el Sabio, Bartolomé Gazca, Caravallido, Pedro de Retes, Antonio Magino, Ticho Brahe, Monteregio, Euclides, Ptolomeo, Anaxímedes, Heráclito. No hemos localizado otras ediciones. Otra publicación conocida de García de Céspedes es el *Libro de instrumentos nuevos de Geometría* de 1606.

Contiene la siguiente estructura interna: Tasa, aprobación, erratas, Cédulas Reales, apartado dirigido al Rey que titula Señor, introducción y por la materia que trata en la que los contenidos están distribuidos según la figura 5.35.



**Figura 5.35.** Composición porcentual del *Regimiento de Navegación* de García de Céspedes (1606) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Tasa. Establecía el precio de cada uno de los pliegos en cinco maravedíes, fijando que esta tasa debía aparecer en la primera hoja de cada libro, avisando de las penas en las que podían incurrir quienes lo editasen sin cumplir tal requisito. Lo cual fue certificado y firmado, en Valladolid a 10 de febrero de 1606 por el escribano de cámara de su Majestad Francisco Martínez.

Aprobación. En este caso, no sólo reflejaba la licencia para ser editado, si no que el doctor Ferrosino catedrático de Matemáticas de su Majestad, proponía se le diese un premio por haber escrito un libro que reflejaba el dominio de la técnica del arte de la navegación y así lo hizo constar en Valladolid a 8 de febrero de 1602.

Erratas. El licenciado Murcia de la Llana sólo consigna los errores ortográficos.

Cédulas Reales. Transcribió tres cédulas relacionadas con el desarrollo del trabajo realizado, para rectificar y ampliar el padrón real y escribir el *Regimiento de Navegacion y la Hydrografia*, desde los inicios, en que fue nombrado cosmógrafo mayor de las Indias hasta que una vez finalizado se le concedió licencia real para poderlo imprimir junto con otros libros que había escrito. En la primera que esta fechada en Toledo a 13 de junio de 1596, firmada por Joan de Ybarra, refleja las instrucciones de trabajo que se le dieron a Andrés García de Céspedes para enmendar el padrón real y los instrumentos de navegación y el nombramiento del cosmógrafo Luys Jorge de la Barnuda para que le ayudase en su trabajo. Entre las instrucciones que se daban, estaban las de que la Casa de Contratación de Sevilla les debía dar la asistencia necesaria para poder desempeñar el trabajo, la obligatoriedad de reunirse en la Casa de Contratación semanalmente para dar cuenta del estado de la labor realizada y la de acudir cuando fuese necesario, al piloto mayor, cosmógrafo y a la Universidad de Mareantes, así como la de comunicar periódicamente los avances que se fuesen realizando. En la segunda, trata sobre que una vez terminados los trabajos realizados para enmendar el padrón real, con la asistencia de algunos cosmógrafos, pilotos y personas prácticas, Andrés García de Céspedes

presento una nueva carta de marear y nuevos instrumentos de navegación, que después ser sometidos al Consejo Real e inspeccionados y aprobados por personas de capacidad teórica y práctica reconocida, se ordenó que a partir de ese momento las cartas se debían fabricar según ese modelo, a la vez que se debía imprimir el regimiento de navegación, reduciendo lo necesario para los pilotos y obligándoles a llevar el regimiento práctico, la aguja con los hierros movibles y recomienda utilizar los instrumentos fabricados por Andrés García de Céspedes, como prueba que era la voluntad del Rey, mandaba que se diese la orden que en los exámenes de piloto estuviese previsto el conocimiento de los citados instrumentos. Finalizaba esta segunda cédula firmada por Joan de Ybarra en Valladolid con fecha 3 de mayo de 1599, dando licencia para que se pudiesen imprimir los regimientos y la carta general fabricada por Andrés García de Céspedes. La tercera, constituye la licencia real para publicar una serie de libros escritos por Andrés García de Céspedes, entre los que se encontraban el *Regimiento de Navegacion y Hydrografia*, la licencia se le concedió<sup>217</sup> por diez años, a la vez que se establecía una multa de diez mil maravedies para los que incumpliesen sus términos, siendo firmada en San Juan de Ortega a 16 de junio de 1603 por Juan de Amezquera.

Señor. En este apartado se dirigía al Rey, exponiéndole cuales son los instrumentos imprescindibles para que los pilotos puedan realizar una navegación segura. Mostrándose duramente crítico, al evaluar el estado de la navegación a través de sus elementos, no dando por bueno ninguno de ellos por su inexactitud. Continuaba exponiendo las revisiones y correcciones que había tenido que hacer a los regimientos de navegación, al padrón real, a la aguja se le añadió unos hierros movibles, se hizo un instrumento para calcular el nordestear y noroestear de la aguja, enmendó el astrolabio y la ballestilla y calculó nuevas tablas tanto para la declinación del Sol, como para saber a que distancia

---

217 La licencia se le concedió de acuerdo con la pragmática de 1558, promulgada en Valladolid a 7 de septiembre.

se hallaba la Polar del polo. Hacía constar que aunque parecía muy amplio lo escrito y desarrollado para un regimiento de navegación, se habían incluido las demostraciones, no para uso de los pilotos, si no para los matemáticos y de esa forma se pudiesen comprobar las demostraciones expuestas. Consideraba importantísimo la inclusión en las cartas, de los troncos de leguas para cada altura del polo y su uso.

Introducción. Recuerda, que los autores cuando publicaban un libro, solían acudir a una serie de tópicos como: dedicárselo a un Príncipe, resumir el contenido del libro, relatar el gran trabajo y estudio que había significado escribirlo y pedir que corrigiesen y disculpasen los errores cometidos. A esto último se sumaba, por la importancia que tenía lo escrito, al ser fruto de una orden Real y por lo dificultoso del tema. Reflejaba las observaciones realizadas a través de los años, que fueron cotejadas con las que otros hicieron en España, plasmando las que se consideraron más exactas, en beneficio de que los pilotos dispusiesen de unas reglas exactas para el ejercicio de la profesión, no acumulando error sobre error. Como era habitual en esa época aludía a la ignorancia de los pilotos, la pérdida de navíos y la utilización de instrumentos defectuosos, por lo que abogaba por una mejor preparación para los pilotos y la importancia de la exactitud de los instrumentos utilizados, lo que quedó patente a lo largo de la obra.

Inicia el texto con una breve introducción a la esfera y el capítulo primero, en los que trata sobre los elementos más importantes de los Libros I y II de la Esfera, en donde va desarrollando los siguientes conceptos: Definición de la esfera. División de la esfera. De la equinoccial. De los coluros. Del meridiano. Del horizonte. De los trópicos. Del círculo Ártico y Antártico. De las cinco zonas. De las ascensiones de los signos. De los días naturales. De los días artificiales. De los paralelos de la carta de navegar. De los paralelos en cosmografía.

En el capítulo segundo trata sobre los errores que se cometen al calcular la latitud observada según las reglas que viene en los regimientos, debido a: utilizar las tablas

de declinación del Sol calculadas para una declinación máxima de  $23^{\circ} 30'$ <sup>218</sup>; el movimiento del Sol según las tablas Alfonsinas o las confeccionadas según la teoría de Copérnico, consideraba que la suma de estos errores podía llegar a alcanzar el medio grado. Otro de los errores que considera el autor en el cálculo de la latitud observada por el Sol, aunque muy pequeño, era “la diversidad de aspecto”, fenómeno conocido como la paralaje<sup>219</sup>. En este capítulo, el autor refleja explícitamente, el nivel de conocimientos matemáticos de los pilotos de la época, al no adentrarse en el fundamento de la paralaje por ser “[...] mucho el embaraço para Pilotos, la dexo para los Matematicos.” (García de Céspedes, 1606, fol. 8 reverso). De igual pensamiento es, cuando se refiere al método para calcular la declinación del Sol, por la posición que ocupa cada día en el Zodíaco, para lo que considera se debía tener una mayor destreza matemática que la que tenían los pilotos.

En el capítulo tercero se ocupa de cómo calcular la distancia entre los trópicos, mediante el resultado obtenido de restar la mínima de la máxima, entre una serie de alturas meridianas del Sol tomadas en los solsticios. Considera que es básico en astronomía el conocimiento de la citada distancia, por lo que, para tomarla con mayor precisión, que con la que se toma en ese momento, pasa a explicar cómo se fabrica el cuadrante. Terminada la explicación de la construcción del cuadrante, pasa a describir su uso, dedicándole particular atención a los preparativos previos a la toma de la altura meridiana, para que, en el momento de tomarla, no surjan imprevistos.

En el capítulo cuarto, siguiendo la proposición: “El feno todo al feno recto de la maxima declinacion, tiene la mifma proporcion, que el feno recto de qualquier arco de ecliptica, al feno recto de fu declinacion” (García de Céspedes, 1606, fol.11

---

218 García de Céspedes utilizaba el valor de  $23^{\circ} 28'$ .

219 Ver (Fossi, 1949, p.180) “Se llama paralaje de un astro, el ángulo bajo el cual se ve desde el astro el radio terrestre que corresponde al observador.”

reverso), que ya fue utilizada por Regiomontano, García de Céspedes mediante un método propio, enseña a confeccionar la tabla para calcular la declinación de los signos del Zodíaco, teniendo en cuenta que el valor máximo de la declinación del Sol es  $23^{\circ} 28'$ .

En el capítulo quinto, enseña a como tomar la altura del Sol a mediodía con el astrolabio, que es como acostumbra los pilotos, para calcular la latitud observada y anticipa que va a enseñar el procedimiento para calcular la latitud fuera del mediodía. Advierte del pequeño tamaño y mala calibración de los astrolabios que llevan los pilotos, lo que repercute en que haya frecuentes errores en el valor de la altura observada. Por lo que manifiesta la necesidad, que independientemente de su tamaño se gradúen bien los astrolabios, para tener que huir de interpretaciones en la lectura de la altura observada y que esta sea exacta.

Los capítulos sexto y séptimo los dedica a calcular la latitud observada a la hora de la meridiana y fuera de ella, conociendo y sin conocer el valor de la declinación del Sol.

En el capítulo octavo, trata de cómo se construye un instrumento con el cual se puede calcular la latitud observada y así como el cálculo de otras operaciones. La descripción la hace desde un punto de vista práctico, sin adentrarse en los fundamentos teóricos. Al finalizar el proceso de la fabricación del instrumento, explica su utilización práctica para el cálculo de la latitud observada fuera de la meridiana del Sol.

Del capítulo noveno al décimo octavo, están dedicados al regimiento de la Polar.

En el noveno, se ocupa de ubicar a la Polar en función de la posición de la guarda delantera. Para lo cual necesita establecer el valor de la declinación de la Polar, en su cálculo utilizó los valores de la latitud y la longitud de la Polar según las tablas de Monterregio, obteniendo un valor para la declinación de  $86^{\circ} 33'$ , lo que daba una separación

del polo de  $3^{\circ} 27'$ . Pero advierte que esta distancia es menor, como demostrará más adelante.

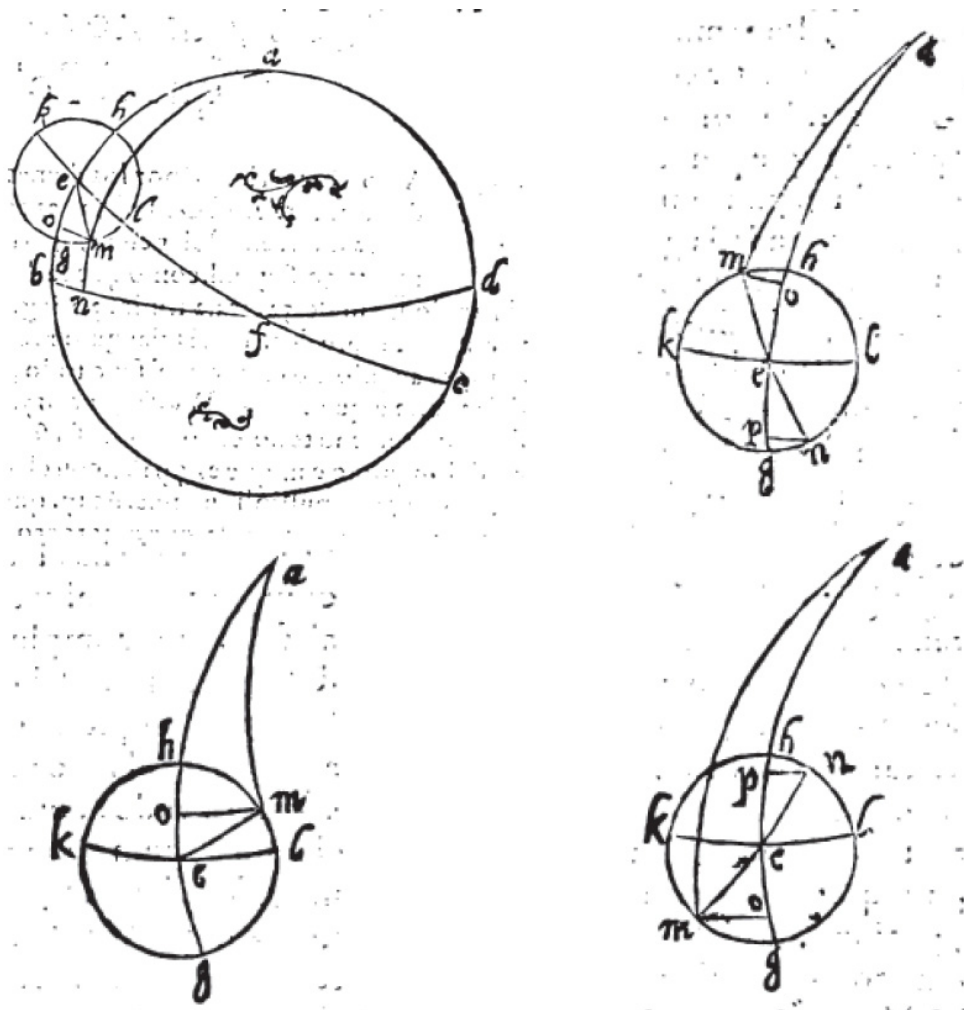
El capítulo décimo, trata como calcular la Ascensión Recta de la Polar. Mediante la utilización de las mismas tablas que en el capítulo anterior y obtiene un valor de  $4^{\circ} 13' 38''$ .

En el capítulo undécimo explica como el piloto sabrá si la Polar está más baja o más alta que el polo, en función del rumbo en el que se encuentra la guarda delantera sin tener que acudir a las reglas nemotécnicas que dan los regimientos. Partiendo de los cuatro rumbos principales trata de determinar la corrección, con su signo, que hay que aplicar a la altura de la Polar para obtener la latitud observada. Considera que el triángulo (oem), representado en la figura 5.36<sup>220</sup>, al recorrer la Polar su paralelo, es rectilíneo. Mediante el uso de la geometría euclidiana, con ayuda de la figura 5.36, resuelve para cada caso, el valor de la diferencia entre la latitud y la altura de la Polar (mo), conociendo en el triángulo (eom): dos ángulos con el lado opuesto al ángulo recto, el ángulo (oem) con  $37^{\circ} 38' 30''$  que corresponde a la diferencia AR entre la guarda delantera y la Polar, el lado (em)  $3^{\circ} 27'$ <sup>221</sup>. Con estos datos obtiene las siguientes correcciones:

- La guarda delantera en el Norte:  $2^{\circ} 46'+$
- La guarda delantera en el Oeste:  $2^{\circ} 01'-$
- La guarda delantera en el Sur:  $2^{\circ} 42'-$
- La guarda delantera en el Este:  $2^{\circ} 08'+$

220 Sea: (abcd) meridiano, (e) polo del mundo, (a) zenit, (h) Norte, (K) Oeste, (g) Sur, (I) Este, (m) posición de la Polar, (mn) altura de la polar, (be) altura del polo, (bfd) horizonte, (hKgl) paralelo que hace la estrella alrededor del polo, (eh) arco de  $3^{\circ} 27'$  que está apartada la estrella del polo.

221 Véase: (García de Céspedes 1606, p.37-36), en donde explica detalladamente y paso a paso las operaciones que realiza para obtener el resultado final.



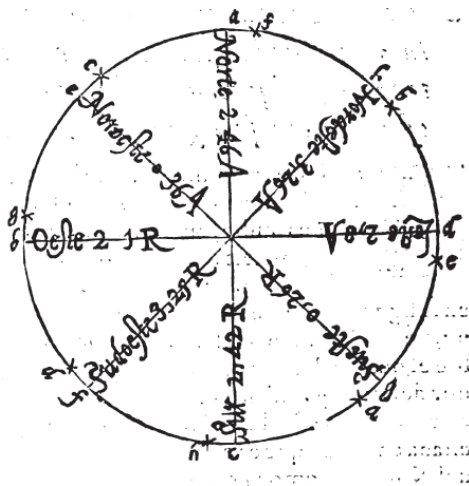
**Figura 5.36.** La guarda delantera en el Norte, Oeste, Sur y Este., de arriba a abajo. Fuente: García de Céspedes (1606, fols. 37-36)<sup>222</sup>.

El capítulo décimo segundo, trata de deshacer, mediante demostración, el error en el que se incurría en los regimientos que utilizaban los pilotos, al aplicar a la altura de la Polar, la misma corrección con signo contrario cuando la guarda delantera está a un rumbo y a su opuesto. Por medio de la proposición quinta del libro tercero y de la décima del libro segundo de la *Sphaerica* de Theodosio, demuestra la desigualdad de las dos magnitudes. Aunque la diferencia es mínima, para una mayor exactitud aconseja

<sup>222</sup> Numeración desordenada como aparece en el libro.



corregirlas. En la figura 5.37, pone los valores a aplicar con su signo para los 8 rumbos principales en los que se encuentre la guarda delantera.



**Figura 5.37.** Corrección a aplicar a la altura de la polar en función del rumbo de la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 39 reverso.

En el capítulo décimo tercero, vuelve sobre la corrección a aplicar a la altura de la Polar en función del rumbo de la guarda delantera, para comparar los valores obtenidos según los matemáticos, con los aplicados por los pilotos. También trata como tomar la altura de la Polar con la ballestilla y sus posibles inconvenientes, ya que no ha visto que fuese tratado en ningún regimiento. Las demostraciones anteriores se realizaron suponiendo la guarda delantera en el meridiano, mientras que los pilotos parten del supuesto que la guarda delantera y la Polar están en un mismo vertical, García de Céspedes, en este capítulo realizó las demostraciones del cálculo del valor de la corrección a aplicar, partiendo de las posiciones consideradas por los pilotos, a las que utilizando fórmulas trigonométricas, obtuvo los siguientes resultados:

- La guarda delantera en el Norte:  $2^{\circ} 56' +$
- La guarda delantera en el Sur:  $2^{\circ} 58' 25'' -$
- La Guarda en el Noroeste:  $0^{\circ} 47' +$

- La Guarda en el Nordeste:  $3^{\circ} 20' 41'' +$
- La Guarda en el Sudoeste:  $3^{\circ} 21' 19'' -$
- La Guarda en el Sudeste:  $0^{\circ} 57' -$
- La guarda delantera en el Este:  $1^{\circ} 43' +$
- La guarda delantera en el Oeste:  $1^{\circ} 47' -$

El capítulo décimo cuarto, es un aviso al regimiento de navegación escrito por Juan Bautista Lavaña, cosmógrafo mayor de Portugal, en el cual detectó los siguientes errores: aplicaba  $\pm 3^{\circ} 27'$  a la altura de la Polar según estuviese al pie o a la cabeza - valor que consideraba correcto según la latitud y longitud que ponían las tablas y los cálculos efectuados por los matemáticos, suponiendo los rumbos en el polo, pero no coincidía con la posición en la que la consideraban los pilotos-, sólo daba los valores de la corrección a aplicar a la altura de la Polar en los casos norte/sur.

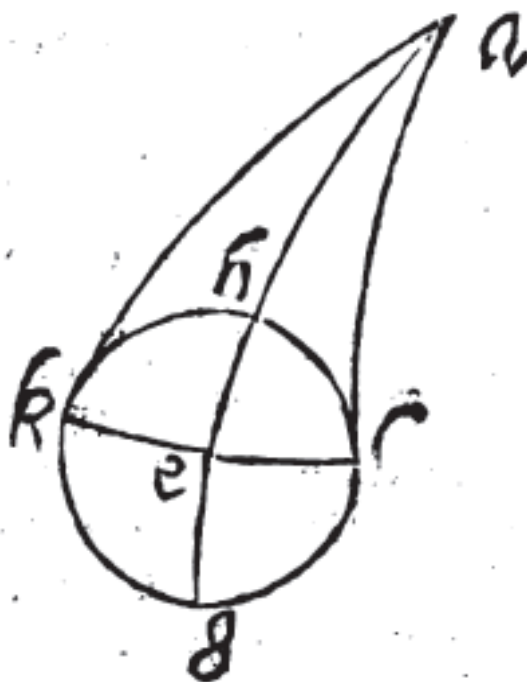
En el capítulo décimo quinto, hace un aviso a la afirmación realizada por Pedro Núñez en su libro de navegación, en el que mantiene que las correcciones a aplicar a la altura de la Polar, obtenidas para una latitud determinada, no pueden convertirse en regla general. García de Céspedes, en este capítulo vuelve a calcular la corrección a aplicar a la altura de la Polar cuando la guarda está en el Norte y en el Sur, en latitud diferente a la utilizada en el capítulo decimotercero. Una vez realizado los cálculos conducentes a obtener la corrección a aplicar y comparados con los obtenidos anteriormente, encontró una diferencia de  $30''$  en el caso de la guarda en el Norte y de  $25''$  en el Sur. Lo que le llevó a afirmar que las reglas dadas para la latitud  $40^{\circ} 20' N$ , servirían para todas las latitudes.

En este capítulo décimo quinto (repite el número del capítulo), y décimo séptimo (no existe el décimo sexto), tratan sobre el Crucero.

En este capítulo décimo octavo, establece reglas para cuando la Polar esté más alta o más baja que el polo estando en alguno de los ocho rumbos principales.

La Estrella Polar en el Norte o en el Sur. Cuando esté en el Norte, la polar estará más alta que el polo y se le restará la corrección, en el caso que esté en el Sur, al estar más baja que el polo se le deberá sumar la corrección. Da  $3^{\circ} 27'$  como la distancia existente entre la Polar y el polo, suponiendo que la declinación de la Polar calculada por otros autores con un valor de  $86^{\circ} 33'$ , fuese la correcta, pero avanza que según cálculos por él realizados, dan un valor superior, como expondrá más adelante.

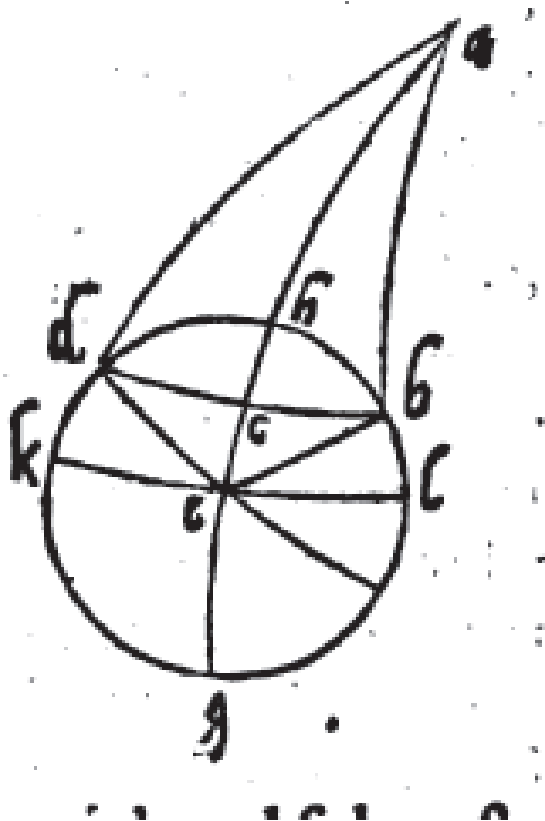
La Estrella Polar en el Este o en el Oeste. Calcula la corrección a partir del triángulo de la figura 5.38<sup>223</sup> (aeK) rectángulo y conocidos dos lados (ae) que es la colatitud y  $(eK) = 3^{\circ} 27'$ , con los que obtiene un valor para la corrección de la altura de la Polar de  $5'+$  en el Oeste y  $5'-$  en el caso de la Polar en el Este.



**Figura 5.38.** Estrella Polar en el Este o en el Oeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 52 verso.

223 Sea: (ahg) meridiano, (e) polo del mundo, (a) Zenit, (hKlg) círculo paralelo que hace la Estrella Polar alrededor del polo, (K) círculo máximo paralelo que hace ángulo recto con el meridiano, (K) Oeste, (l) Este, (h) Norte, (g) Sur.

La Estrella Polar en el Nordeste. En la figura 5.39<sup>224</sup>, el triángulo esférico rectángulo (bce) formado por el arco (be) que une el polo con la posición del astro y tiene un valor de  $3^{\circ} 27'$ , el arco (bc) y el ángulo (bec) con un valor de  $45^{\circ}$ , conocidos dos ángulos y un lado, resuelve el triángulo, calculando el valor del lado (ce), una vez calculado pasa a resolver el triángulo esférico rectángulo (acb), en el que conoce, el ángulo recto (acb), y los lados (ac) y (cb) con lo que calcula el lado (ab) dándole un resultado de  $2^{\circ} 21'$ , en este caso la Estrella Polar está más alta que el polo, por lo que habrá que restar a la altura de Polar la corrección para obtener la latitud observada.

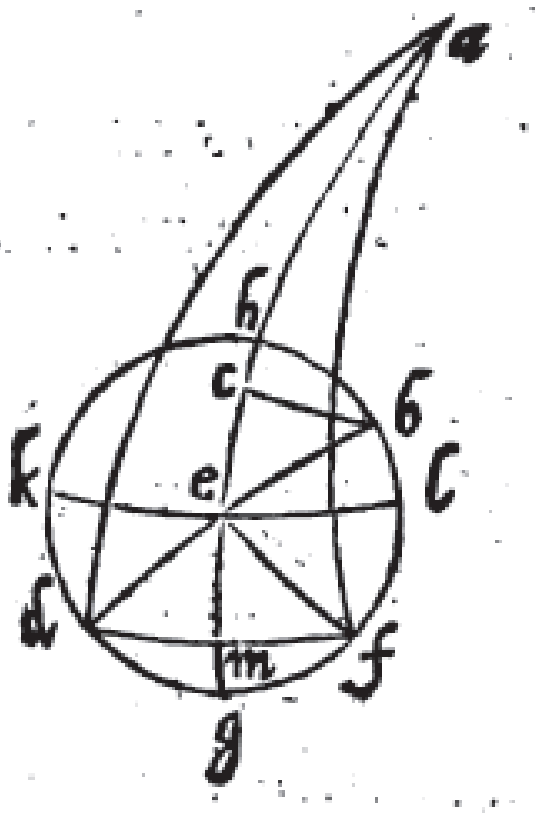


**Figura 5.39.** Estrella Polar en el Nordeste o el Noroeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 52 reverso.

224 Sea: (ahg) meridiano, (e) polo del mundo, (a) Zenit, (hKlg) círculo paralelo que hace la Estrella Polar alrededor del polo, (Kel) círculo máximo paralelo que hace ángulo recto con el meridiano, (K) Oeste, (l) Este, (h) Norte, (g) Sur, (b) Nordeste (posición de la polar), (d) Noroeste.

La Estrella Polar en el Noroeste. En ese caso el astro tiene la misma altura que en el Nordeste ya que los triángulos (abc) y (adc) son semejantes.

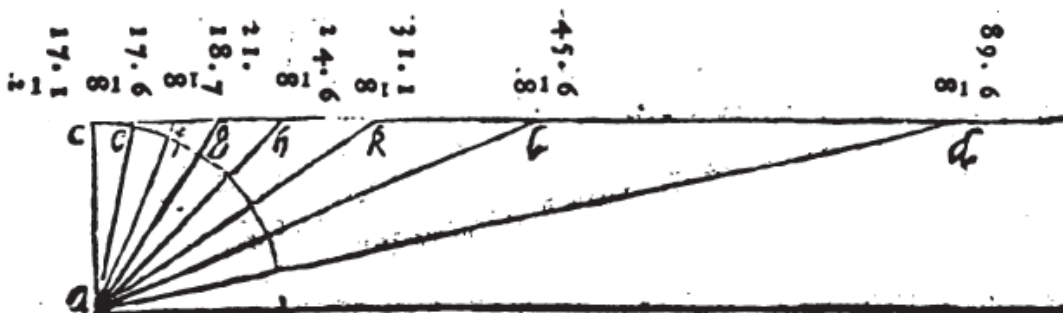
La Estrella Polar en el Sudoeste o en el Sueste. De acuerdo con la figura 5.40, siguiendo el criterio anterior, convierte los triángulos oblicuángulos (ade) y (afe) en rectángulos (adm) y (afm) respectivamente y resolviendo los triángulos, obtiene: que estando la Polar en el Sudoeste tiene que sumar la altura observada  $2^{\circ} 11'$  para obtener la latitud observada, la misma corrección se aplica en el caso de la Polar en el Sudeste.



**Figura 5.40.** Estrella Polar en el Noroeste. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 53 verso.

En el capítulo décimo noveno, trata de la distancia existente entre dos puntos de la carta, según las reglas de los regimientos por los que se guían los pilotos. De acuerdo con estas, por cada grado navegado en el meridiano (ca), el buque recorre 17 leguas y

media españolas, para cualquier otro rumbo se rigen por la tabla de la figura 5.41, excepto cuando se navega por la equinoccial, que el cálculo de la distancia navegada depende de la experiencia del piloto. Por lo que recomienda utilizar los troncos de leguas que expondrá más adelante.



**Figura 5.41.** Tabla de leguas navegadas según el rumbo seguido. Fuente García de Céspedes, 1606, fol.54 verso.

En el capítulo vigésimo, se ocupa de comprobar lo expuesto por Pedro Núñez en el capítulo 2 de su libro de navegación, en el que asegura que, a igual diferencia en latitud entre dos puntos, cuanto más alejados estén estos de la equinoccial, mayor será la distancia navegada. Partiendo de un caso práctico, calcula la distancia entre dos puntos, uno con origen en  $l^{225} = 0^\circ$  y destino  $l = 01^\circ$ , navegando a una cuarta de viento y lo compara con la distancia resultante entre otros dos puntos, salida  $l = 40^\circ$  llegada  $l = 41^\circ$ , navegando al mismo rumbo, obteniendo la misma distancia navegada en ambos casos.

En el capítulo vigésimo primero, trata de la fábrica del reloj nocturno, en el que a modo introductorio expresa su disconformidad con todas las explicaciones que ha leído sobre la fabricación del reloj nocturno, salvo aquellas que suponen la guarda delantera, está hacia la media noche en el Norte el 30 de abril ya que estos no se equivocan mucho.

225 Latitud.

Establece el 6 de mayo como la fecha en que la guarda delantera hace la media noche en la cabeza, a partir de ahí explica teóricamente y gráficamente el procedimiento para construir el reloj nocturno.

En el capítulo vigésimo segundo, una vez ha enseñado a construir el reloj nocturno, pasa a ocuparse de su uso, para que el piloto pudiese conocer la hora en cualquier momento de la noche y las demoras a las que se encontraban la guarda delantera y la Polar.

En el capítulo vigésimo tercero, trata de la fabricación de la ballestilla, describiéndola como un instrumento utilizado por los pilotos para tomar de noche la altura del polo. Para su construcción, enumera dos procedimientos: por números y por cantidades continuas. A este último procedimiento dedica el presente capítulo. En el que describe de forma pormenorizada el material a utilizar, las dimensiones de la vara (ab) y su graduación así como la del transversario (cd), partes de la ballestilla según la figura 5.42.



**Figura 5.42.** Vara y transversario de la ballestilla. Fuente García de Céspedes (1606, fol.59 reverso).

Al finalizar el capítulo García de Céspedes advierte de los errores que se pueden cometer con este método de graduación, si el constructor no es hábil con las operaciones matemáticas y el dibujo lineal. Para que se pudiese graduar con mayor facilidad, sin menoscabo de la precisión aportaba una tabla de números.

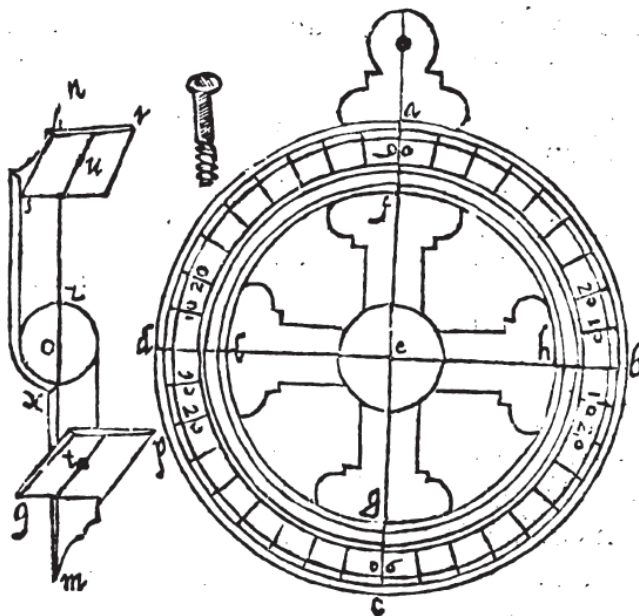
En el capítulo vigésimo cuarto, explica la construcción de la ballestilla por el método de números. Ante la posible complejidad que podía suponer para el constructor, la utilización del modelo anterior, así como los graves errores que podía causar el más mínimo fallo en el cálculo de cantidades o en los dibujos a realizar, proponía éste método de graduación, que por su poca complejidad estaba al alcance general y no podía causar graves errores. Como en el capítulo anterior explica de forma pormenorizada los cálculos para la graduación de la ballestilla y como se debe tomar la altura de la Polar con este instrumento. Para mejor comprensión de lo explicado, pone el ejemplo de cómo se fabricó por números el padrón de la ballestilla construida para la Casa de la Contratación de Sevilla.

En el capítulo vigésimo quinto, enseña otro instrumento, además del reloj noturno, para conocer la postura de las guardas estando la Polar en cualquier rumbo. El fundamento en el que basó el instrumento, fue a través de las coordenadas uranográficas ecuatoriales de las guardas y la Polar, conocidas estas, le permitían fijar sus posiciones en la esfera celeste y a partir de ahí poder reconocer la Polar en función de la guardas o estas por la Polar. Expuesto el fundamento pasaba a explicar de forma detallada la construcción del instrumento y sus uso. Utiliza el mismo procedimiento para explicar la fabricación y uso de un instrumento para conocer el rumbo en que está la estrella situada en el talón del pie izquierdo del Centauro.

En el capítulo vigésimo sexto, trata del astrolabio de los pilotos, utilizado para tomar la altura del Sol. Para su construcción, detalla la forma, dimensiones, peso y procedimiento de graduación. Conviene que su diámetro esté entre un palmo y un tercio de vara, con un peso de unas ocho libras. Establece el procedimiento de graduación por cuartas, aunque es suficiente graduar una, se suelen graduar dos para comprobar, primero se toma la altura con una y al instante, la segunda con la otra, la exactitud de la graduación viene dada por la coincidencia de las dos alturas tomadas. Comenta las dos formas de inicio de la graduación, según vemos en la figura 5.43, empezar por (d) o (b) hacia (a) o como hacen los portugueses de (a) hacia (d) o (b), según se haga de una forma u otra, el resultado de la lectura dará



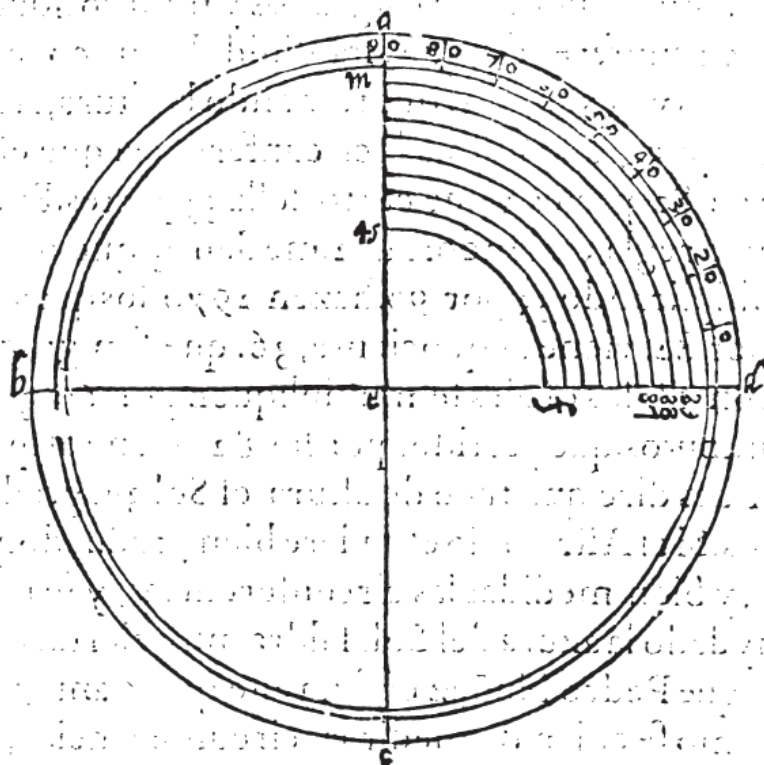
la altura del Sol sobre el horizonte o la distancia del zenit al Sol. Cada cuarta a graduar, se divide en tres partes, estas tres partes en otras tres cada una y cada parte de las nueve que han resultado, en dos, y cada una de las dieciocho resultante en cinco, con lo que cada cuadrante graduado quedará dividido en 90 partes iguales. Los números de la graduación van sobre un círculo que tiene una anchura aproximada de una pulgada al igual que su espesor. De acuerdo con la figura 5.43, distingue las siguientes partes en el astrolabio: (fghl) Cruz, (a) agujero por donde se introduce la sortija de suspensión y (q) alidada llamada declina por los marineros, se fija al centro del astrolabio por medio de un tornillo que pasa por (o).



**Figura 5.43.** Partes del astrolabio. Fuente García de Céspedes, 1606, fol. 67 reverso.

En el capítulo vigésimo séptimo, se ocupa de enseñar a construir un cuadrante para tomar la altura del Sol que permita apreciar los grados y minutos. Para explicarlo recurre a libro de Navegación de Pedro Núñez, que fue el que ideó el sistema para poder medir fracciones. Divide el cuadrante en 90 partes iguales, remitiendo al lector al procedimiento que a tal efecto, en el interior del cuadrante divide la mitad superior del radio en 45 partes, pasando por cada una de ellas arcos concéntricos desde (e), de acuerdo con la

figura 5.44, dividiendo el más exterior en 89 partes, 88 el siguiente, así sucesivamente hasta llegar al que se divide en 46 partes, con lo que finaliza la construcción del cuadrante. Continúa poniendo un ejemplo de cómo se leerá el valor que señale la alidada del cuadrante al observar la altura del Sol y su resolución mediante una regla de tres.

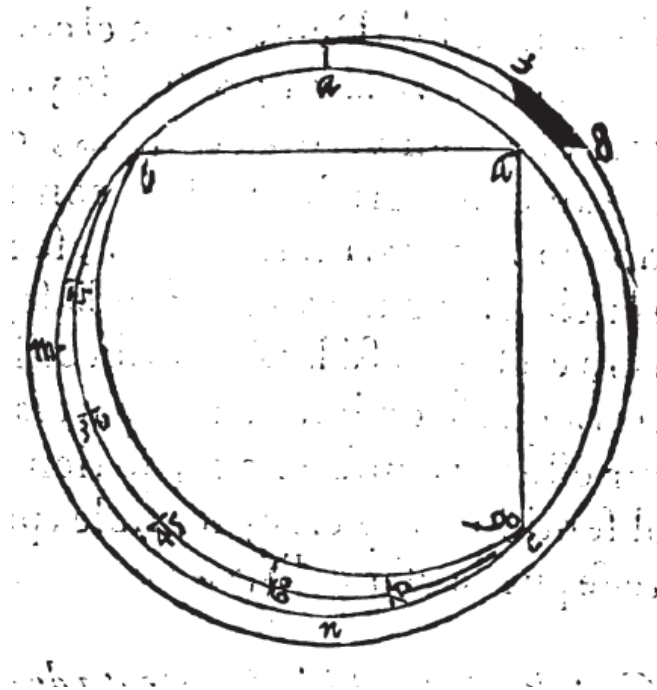


**Figura 5.44.** Cuadrante para tomar la altura del Sol por grados y minutos. Fuente García de Céspedes, 1606, fol. 69 reverso.

García de Céspedes resalta que Pedro Núñez no se detuvo en explicar como se debían medir las circunferencias, por lo que el pasa a explicarlo de forma práctica ya que no tiene demostración<sup>226</sup>.

226 Respecto a las divisiones equidistantes, según (García Franco, vol.I, 1947) “[...] es bueno notar un yerro que siempre han cometido nuestros escritores de Navegación: y es que enseñan que los círculos concéntricos han de distar igualmente uno de otros, en lugar de ponerlos a desiguales distancias y en la proporción que se requiere”. Así se explica Jorge Juan (313) y acto seguido demuestra el error que se comete. Andrés García de Céspedes (226) ve el yerro, pero al tratar de arreglarlo, vuelve a caer en él” (p.225). Sobre el uso de este cuadrante ver (Selles, 1994, p.96).

En el capítulo vigésimo octavo, describe la fábrica de un instrumento para tomar la altura del Sol, con mayor exactitud que la ofrecida por el astrolabio, atribuyendo su autoría a Pedro Núñez, aunque no especifica el nombre del instrumento, se trata del anillo náutico<sup>227</sup>, que es de forma circular, de una tercia de diámetro y un dedo de espesor, con una anilla de agarradera en la parte superior, para poder efectuar la observación del Sol. A 45° de la anilla lleva un pequeño orificio que la atraviesa para que puedan pasar los rayos del Sol y el diámetro que pase por el centro de ese ángulo debe dividir al círculo en dos partes iguales, la superficie resultante se graduaba de 0° a 90° como se ve en la figura 5.45.



**Figura 5.45.** Construcción del anillo náutico. Fuente García de Céspedes, 1606, fol.70 reverso.

227 En Louzán (2005, pp. 254-259), describe este instrumento y su uso al que denomina anillo náutico. De igual forma lo hace Sellés (1994, p. 64).

El resultado era un instrumento que permitía una lectura de la altura observada del Sol más cómoda y más exacta. García de Céspedes apunta que Pedro Núñez, lo explica de forma más reducida y sin ningún tipo de demostración, aunque no lo considera necesario para aquellos que son geómetras, él explica su demostración para aquellos que no lo son.

En el capítulo vigésimo noveno, enseña a tomar la altura del Sol por grados y minutos, con un astrolabio de no menos de una tercia de diámetro, construido según se ha explicado en capítulos anteriores. Para lo cual da las siguientes indicaciones: Suspender el astrolabio de su anilla, con la alidada se toma la altura del Sol y donde esta corte a la parte graduada, se lee la graduación, si esta no da grado justo, se hará una señal y con un compás de puntas se medirá el exceso, que empezando desde los  $0^{\circ}$  se contará sobre la escala graduada 60 veces, el valor que dé, corresponderá a los minutos. Con lo cual se conseguía una lectura de la altura observada en grados y minutos. Para mayor comprensión de lo explicado añade un ejemplo.

Capítulo trigésimo, en este capítulo enseña la fábrica de un cuadrante que permite leer directamente en el instrumento la altura observada en grados y minutos. Para este cuadrante sigue utilizando las mismas medidas que los explicados anteriormente, pero este lleva dos cuartas graduadas a  $90^{\circ}$  separadas dos dedos aproximadamente, en las que va uniendo mediante una recta el inicio del primer valor de la primera cuarta con el fin del primero de la segunda cuarta y así sucesivamente hasta completar las dos cuartas. La distancia entre las dos cuartas se divide en cuatro partes que corresponden a  $0'$ ,  $15'$ ,  $30'$ ,  $45'$  y  $60'$ , a partir del centro de la cuarta se tiran los arcos correspondientes a cada minuto que cortarán a las rectas en 4 partes de  $15'$  cada una, que a su vez se parten en 5 partes de  $3'$  cada una. Con lo cual sin necesidad de más cálculos se podía tener la altura del astro en grados y minutos de forma directa.

En el capítulo trigésimo primero, describe la aguja de marear, como uno de los tres instrumentos necesarios para la navegación - junto con la carta y el astrolabio-, que tiene la propiedad de apuntar al Norte, sufriendo variación en algunas zonas, unas veces hacia Oriente (nordestea), otras hacia Occidente (norwestea), mientras que en otras permanece fija al Norte, este comportamiento, algunos lo supeditaron a reglas, que fueron descartadas por García de Céspedes, por considerar que no tenían un fundamento cierto. A modo de indicación, para conocimiento de los navegantes, siguiendo los datos aportados por la experiencia de los pilotos, agrupa una serie de puntos geográficos en función de que la aguja nordestea, norwestea o permanece fija. Continúa con la fábrica de la aguja, en la que especifica las partes de las que está compuesta, el procedimiento a seguir para colocarla en la roseta y sobre el cebado de la aguja. Avisa sobre la costumbre de los fabricantes de aguja, de poner los hierros desviados de la flor de lis a la parte que se inclina, pero que sólo es de utilidad para aquellos que navegan en la zona de Canarias y a las terceras, por lo que aconseja situar los hierros debajo de la flor de lis, para que estos puedan ser desplazados a la parte donde se inclina, dándole la variación correspondiente a la zona de navegación, para lo que haría un instrumento para poder calcular la variación.

Resalta la importancia del conocimiento de la variación, ya que por no conocerla con exactitud, obliga a los pilotos a navegar hasta la altura del punto de destino y una vez alcanzado, realizan la navegación este/oeste, con los grandes inconvenientes que causa este tipo de navegación.

Capítulo trigésimo segundo, en el que se ocupa de desmontar de forma razonada, las diversas teorías existentes sobre la propiedad del imán de apuntar al Norte. Por la importancia que tiene la variación, recomienda calcularla en todas las zonas por donde se navegue, de la forma más exacta posible, ya que, debido a ser tomada a groso modo, se perdían muchas naos.

En el capítulo trigésimo tercero, trata sobre la utilidad que tiene para los pilotos el conocimiento de las crecientes y menguantes, para la entrada/salida con seguridad de puertos, canales y barras, así como de la relación que tiene con el movimiento de la Luna. Según García de Céspedes (1606), no se puede establecer, una regla general, como dicen algunos, consistente en que cuando la Luna está en el horizonte, es la vaciante y cuando está en el Meridiano es la creciente, lo demuestra mediante la enumeración de las diferentes horas en que se da en España y Flandes, mientras que citando a Aurigario, refleja más diferencias horarias sin dar referencias de poblaciones. A las que añade las informaciones sobre mareas aportadas por los pilotos. A falta de reglas generales, da una regla para calcular la hora de la creciente en cualquier día, en el supuesto que se sabe la hora de la creciente el día de la conjunción. Para mayor comprensión de lo expuesto termina ilustrándolo con un ejemplo.

En el capítulo trigésimo cuarto, se ocupa de la edad de la Luna como paso previo para conocer las horas de la creciente y la menguante. García de Céspedes comenta que la edad de la Luna se puede calcular de forma exacta a partir de algunas efemérides, pero propone para su cálculo la utilización de unas tablas, que a partir del día de la conjunción de la Luna se calcula su edad cualquier día del mes.

El capítulo trigésimo quinto, trata sobre como calcular la epacta mediante las tablas de la figura 5.46, ilustrándolo con dos ejemplos.

*Tabla de las Epactas, que comienza de 15. de Octubre, del año de 1582. que fue el año de la correccion del Calendario, hasta el año de 1700.*

Epactas	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	1	12	23	4	15
1500	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
1600	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	96	97	98	99															

*Tabla de las Epactas, desde el año de 1700. hasta el año de 1900.*

Epactas	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	*	11	22	3	14	25	6	18	28
1700	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
1800	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99									

**Figura 5.46.** Tabla de las epactas, desde 15 de octubre del año 1582 al 1900. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 61verso.

En el capítulo trigésimo sexto, trata como calcular en que día del mes es la conjunción de la Luna mediante las tablas de la figura 5.47, complementadas con las tablas anteriores, lo que ilustra mediante ejemplo.

Epacta Epa. Cas.	Dias Ene.	Dias Feb.	Dias Mar.	Dias Abr.	Dias May.	Dias Juní.	Dias Julio.	Dias Ago.	Dias Sept.	Dias Ocu.	Dias Nov.	Dias Dec.
*	1.31		1.31	29	29	27	27	25	24	23	22	21
xxix	2	1	2	1.30	30	28	28	26	25	24	23	22
xxviii	3	2	3	2	1.31	29	29	27	26	25	24	23
xxvii	4	3	4	3	2	1.30	30	28	27	26	25	24
xxvi	5	4	5	4	3	2	1.31	29	28	27	26	25
xxv	6	5	6	5	4	3	2	1.30	29	28	27	26
xxiv	7	6	7	6	5	4	3	2	1.31	29	28	27
xxiii	8	7	8	7	6	5	4	3	2	1.30	29	28
xxii	9	8	9	8	7	6	5	4	3	2	1.31	29
xxi	10	9	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1.30
xx	11	10	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
xxix	12	11	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
xxviii	13	12	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
xxvii	14	13	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
xxvi	15	14	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
xxv	16	15	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
xxiiii	17	16	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
xxiii	18	17	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
xxii	19	18	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
xxi	20	19	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
xx	21	20	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
xxix	22	21	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
xxviii	23	22	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
xxvii	24	23	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
xxvi	25	24	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
xxv	26	25	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
xxiiii	27	26	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
xxiii	28	27	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
xxii	29	28	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
xxi	30	29	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21

Figura 5.47. Tabla perpetua de las conjunciones de la Luna que acontecieron todo el año, supuesta cualquiera epacta. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 82 verso.

Capítulo Trigésimo séptimo, en el que se ocupa de cómo calcular la epacta en un día concreto, conociendo la del año. Calcula la epacta de la fecha concreta: sumando a la del año, los días del mes, más uno por cada mes transcurrido desde marzo, si la suma excede de 30 se resta 30 y la cantidad resultante son los días que han transcurrido desde la Luna nueva. Para mayor comprensión lo ilustra con dos ejemplos.

En el capítulo trigésimo octavo, trata de cómo se calcula la letra dominical, aunque considera que no es necesario su conocimiento para los pilotos, pero facilita una tabla para que puedan calcularla y así conocer las fiestas movibles.



En el capítulo trigésimo noveno, facilita una tabla para calcular las fiestas movibles conociendo la letra dominical.

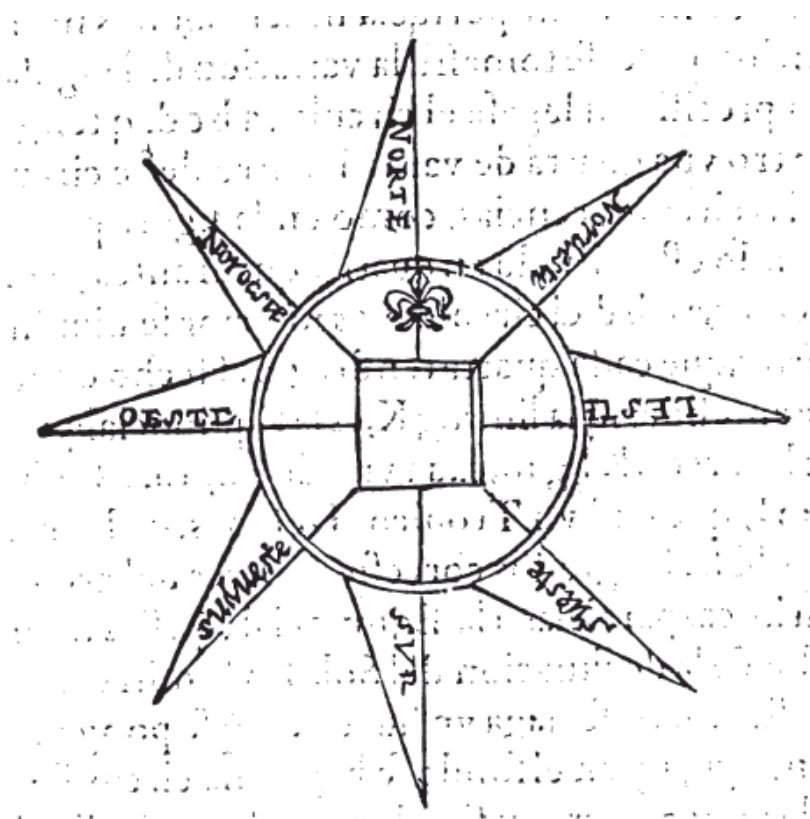
Capítulo cuadragésimo, en el que trata sobre la validez para un periodo determinado de las tablas que se hicieron de lo que hay que añadir o quitar a la altura de la Polar para calcular la latitud observada, fundamentado en la variación que experimentan la declinación y la ascensión recta de la Polar y las guardas, para mejor comprensión de como aumenta o disminuye la declinación lo explica de forma gráfica. Continúa que esa variación de la declinación de la Polar, produce una variación en la distancia al polo, con lo que las tablas, sólo tienen validez para un tiempo determinado. Por lo que confeccionó unas tablas para 1640 y 1648, en los que da: longitud, declinación y ascensión recta de la Polar y guarda delantera, basadas en la declinación y ascensión recta, calculadas por la longitud de las tablas de Copérnico.

En el capítulo cuadragésimo primero, realiza una observación a la distancia entre la Polar y el polo, en la que hace referencia al valor calculado en 1582 por Rodrigo Zamorano –  $3^{\circ} 28'$ -. García de Céspedes en 1598, calculo la distancia de la Polar al partir del cálculo de la latitud en Madrid por meridiana del Sol, comparado con el cálculo de la latitud por la Polar estando abajo y encima del polo, lo que le dio una distancia de  $03^{\circ} 01'$  y  $02^{\circ} 58'$  respectivamente. Para dar prueba de la exactitud de la observación, recalca que esta, se realizó con un cuadrante de metal que apreciaba minutos, por lo que Zamorano debió incurrir en algún tipo de error, aunque había que tener en cuenta, que entre la observación de Zamorano y la de Céspedes mediaban unos 20 años. También referencia la distancia calculada en 1586 por Christopher Rothmann, con un valor de  $02^{\circ} 57'$ .

En el capítulo cuadragésimo segundo, se ocupa de calcular la longitud y la ascensión recta de la Polar, conocidos: su latitud según el valor aportado por Ptolomeo y la declinación por observación realizada por García de Céspedes. Relacionando las coordenadas eclípticas y las ecuatoriales y mediante el uso de la geometría euclidiana, obtiene unos valores de:  $82^{\circ} 39'$  para la longitud y de  $06^{\circ} 51'$  para la ascensión recta de

la Polar. Partiendo del conocimiento de la latitud y la declinación de la guarda delantera – por él mismo calculadas –, procediendo de la misma forma obtuvo un valor de  $128^{\circ} 15'$  para la longitud y  $221^{\circ} 55'$  para la ascensión recta. Valores que no coinciden, ni para la Polar ni para la guarda delantera, con los que se dan en las tablas, por los motivos que expone. Sin embargo, concuerdan con los valores obtenidos en 1550 por Gema Frisio que calculó una distancia de  $03^{\circ} 08'$  entre la Polar y el polo.

En el capítulo cuadragésimo tercero, se ocupa de recomendar a los pilotos, el uso de un instrumento para determinar el rumbo en donde se encuentra la guarda delantera. Se trataba de un instrumento, como explicaba, de fácil construcción, consistente en una estrella de madera, tal como se ve en la figura 5.48, con los ocho rumbos, que mediante un orificio cuadrado se introducía en la vara de la ballestilla, con la parte del Norte orientada hacia arriba y de esta forma se podía visualizar si la Polar o la guarda delantera estaba en algún rumbo.



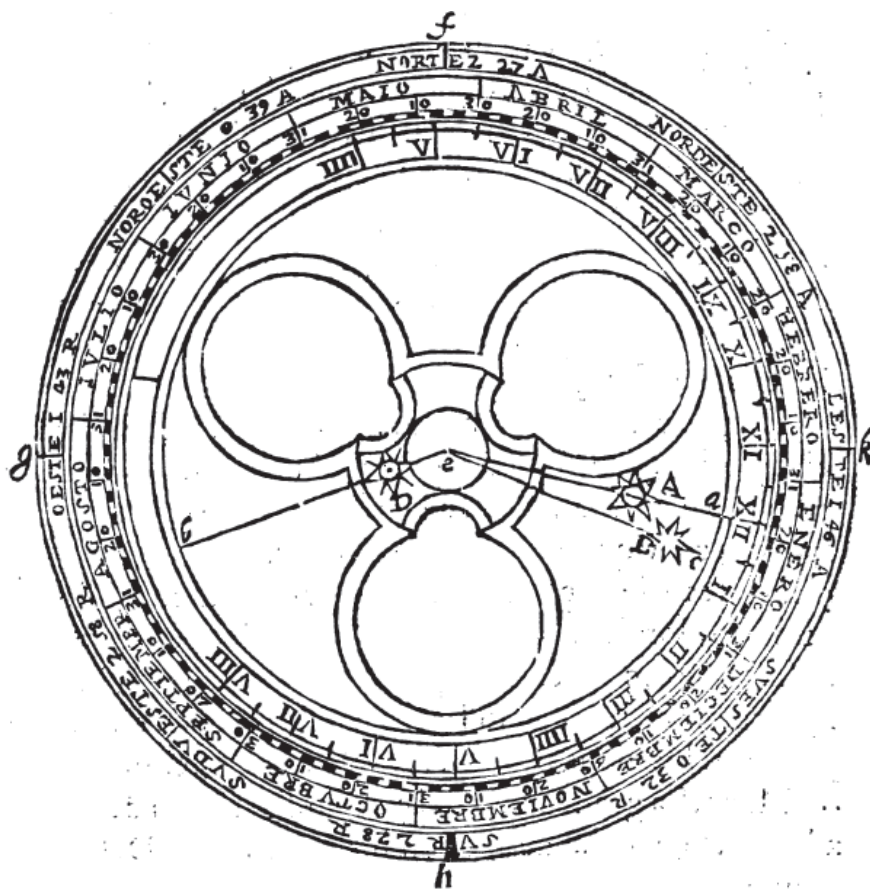
**Figura 5.48.** Instrumento para saber en qué rumbo está la Polar o la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 92 verso.

Capítulo cuadragésimo cuarto, trata de la fabricación de un instrumento para calcular la variación de la aguja y poder suplir los procedimientos poco exactos que utilizaban los pilotos para su cálculo. En la construcción del instrumento, utilizó el mismo procedimiento de graduación que en el astrolabio, con la correspondiente alidada en el centro, en la mitad superior dibuja los paralelos de declinación del Sol y en la mitad inferior incluía una aguja de marear. Previo al cálculo de la variación magnética, se obtenía la latitud ortiva, fijando la latitud del observador mediante la alidada en el instrumento y en donde cortaba al paralelo de declinación del Sol que correspondía a la fecha, ese era el valor de la latitud ortiva, que una vez introducido su valor en la circunferencia graduada del instrumento, se fijaba la alidada, girándose en dirección al Sol, hasta que los rayos del Sol atravesasen los agujeros de las dos pínulas, en ese momento se comprobaba cuanto se apartaba el Norte, siendo el valor de la variación magnética.

En el capítulo cuadragésimo quinto, enseña la construcción de otro instrumento para calcular la variación de la aguja a cualquier hora del día mientras que se vea el Sol. El instrumento consistía en un círculo de latón de aproximadamente un palmo de diámetro, que iba dividido en noventa partes iguales, contándose desde la parte superior en la que llevaba una anilla desde donde se podía suspender. En el interior del círculo graduado, llevaba otro círculo ajustado para poderse deslizar sin salirse, debajo de este se colocaba otro círculo, que quedaban unidos mediante un eje, al que sus dos cuadrantes superiores, diferenciados por una línea, se dividían en 45 partes, con los grados de declinación que tenían al inicio de cada signo se ponían en una parte los signos septentrionales y en la otra los meridionales. Por la línea divisoria de los cuadrantes se practicaba un orificio de entrada y salida como el de los astrolabios. Para finalizar en la parte donde iba el suspensorio se ponía un círculo en el que se dibujaban los 32 vientos. Para calcular la variación magnética se colgaba del suspensorio el instrumento, llevando el círculo interior hasta la graduación correspondiente

a la latitud del observador, orientando el orificio hacia oriente en el caso que fuese antes de mediodía y a occidente en caso contrario, desplazando el orificio hasta que el rayo de Sol estaba en la parte opuesta de su declinación, en ese momento se alineaba el índice de la rosa de los vientos con la línea proa popa y lo que estaba separado de rumbo que llevaba la nao era el desvío.

El capítulo cuadragésimo sexto, lo dedica a la construcción de un instrumento para calcular la variación magnética a través de la Estrella Polar y la guarda delantera. En la construcción del instrumento, se debía poner un círculo en el cual se fijaban las posiciones de la Polar y de la guarda delantera según se hacía para fijar el rumbo de la guarda delantera, en el mismo círculo se ponían las horas en el mismo orden que en la figura 4.45, en el círculo siguiente se ponían los meses con sus números y en la parte superior los ocho vientos coincidiendo el norte con el 6 de mayo. En el hueco se encajaba otro círculo que debía poder girar, en el que se colocaban dos muescas, una coincidiendo con el seis de mayo y la otra en oposición, además se debía añadir un círculo partido en dos mitades en la que se pondrían sendas muescas, otro círculo encima del anterior que tenía que ser movable y la cuarta superior dividida en 90 partes, empezadas a contar desde el punto en que se situaba el suspensorio, debajo del cual, al igual que en el instrumento anterior se ponía una rosa de los vientos, en este caso el Norte se ponía encima del 6 de mayo. Como se indica en la figura 5.50, en los puntos A y D se debían poner un agujero.



**Figura 5.50.** Instrumento para calcula la variación magnética por Estrella Polar y la guarda delantera. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 96 reverso.

Para calcular la variación magnética, se suspendía el instrumento, con el círculo graduable puesto en la latitud del observador, girando el círculo que llevaba los dos orificios hasta que se viesen en el mismo instante, la Polar y la guarda delantera cada uno por su orificio correspondiente, en ese momento se ponía el índice de popa a proa y en círculo pequeño señalaba el rumbo por donde navegaba la nao, lo que se apartase de lo que señalaba la aguja, constituía el valor de la variación magnética.

En el capítulo cuadragésimo séptimo, se ocupa de cómo echar el punto en la carta, en el cual introduce la importancia que tiene para saber en dónde se encuentra la nao y poderse resguardar de peligros. Distingue dos formas de echar el punto en la carta: por fantasía

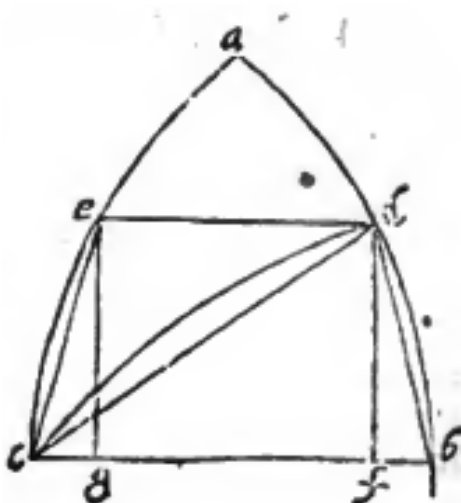
y por escuadría. Anticipa que va a exponer las dos formas de situarse, con más claridad que la que lo se suelen hacer en los demás regimientos. Determinaba el punto de escuadría, como la intersección entre la latitud observada y el rumbo navegado, lo calculaba trasladando desde el punto de salida, mediante un compás, el paralelo donde se encuentra la nao hasta cortar con el rumbo. Aseguraba que eso era así, siempre y cuando la nao se mantuviese en su derrota, pero que había que contar con las variables que podían apartarla, como: desconocimiento del valor exacto de la variación magnética, el abatimiento y la corriente. Explica dos métodos para saber si la nao se ha apartado de su derrota, pero avanza que ninguno de los dos ofrece seguridad, aunque uno es menos erróneo que el otro. Uno de los métodos consiste en calcular la diferencia de tiempos entre la hora de salida de un punto y la hora de la observación, la diferencia de tiempo la convierte en diferencia en longitud, con lo cual obtendría la situación de la nao, método que desecha, por la poca exactitud de los relojes que se llevaban a bordo. El método denominado de fantasía, en el que se echaba el punto mediante la distancia navegada y el rumbo, lo consideraba más acertado que el anterior, aunque arrastraba los errores que conllevaba, el que los pilotos no tomaban las leguas por el tronco correspondiente a la altura. No consideraba acertado lo que explicaban los regimientos sobre la corrección del punto, ya que no estaba fundamentado en ninguna demostración. Para conocer las leguas navegadas en la navegación este/oeste hizo una tabla en la que se ponían las leguas que correspondían a cada grado.

En el capítulo cuadragésimo octavo, se ocupa de cómo se deben hacer los troncos de leguas, a la vez que reflexiona sobre el error que se cometía, en la medición de las distancias, al llevar las cartas un solo tronco de leguas, ya que, en estas, los grados de círculo menor eran iguales a los grados de círculo mayor. Por lo que se hacía necesario poner diferentes troncos de leguas, para cada caso.

En el capítulo cuadragésimo noveno, enseña cómo saber la distancia entre dos puntos, que sólo difieren en latitud o en longitud. La distancia entre dos puntos que sólo difieren en longitud se calculaba por los troncos de leguas, no se quedó García de Céspedes, en

la mera explicación de los troncos de leguas, si no que pasó a realizar la demostración geométrica del cálculo de la distancia.

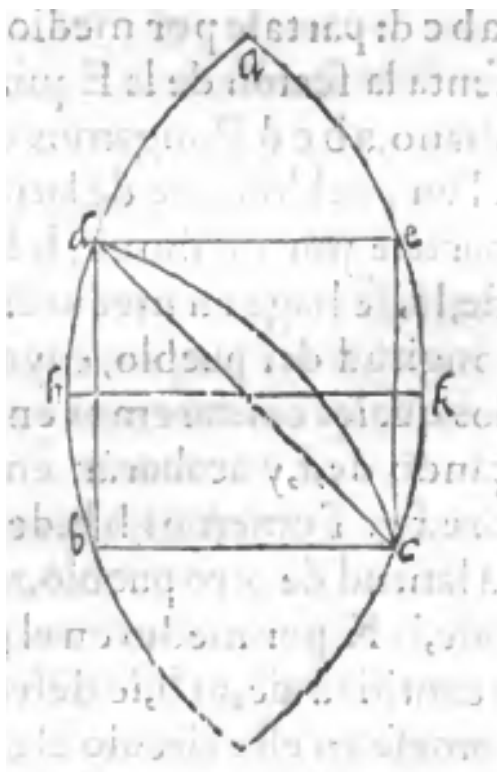
En el capítulo quincuagésimo, trata de la demostración del cálculo de la distancia que hay entre dos puntos, dadas sus coordenadas geográficas. Conocidas la diferencia en latitud y latitud de los dos puntos, en la figura 5.51<sup>228</sup>, a partir de conocer el valor de las cuerdas (de) y (bc) construye los triángulos rectángulos (bfd) y (cge) que son iguales, por lo que conocidos (de) y (bc) obtenía (bf) calculando la semidiferencia de (bc) y (fg). Conociendo (bf) y (bd) del triángulo (bfd) calculaba (df), con lo que mediante el triángulo (dfc) en el que conocía (fc) y (df), obtenía finalmente la distancia (dc) entre los dos puntos en grados que multiplicado por 17, 5 daba la distancia en leguas.



**Figura 5.51.** Cálculo de la distancia entre dos puntos conocidas sus coordenadas geográficas. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 110 reverso.

228 Sea: (d) punto de salida, (c) punto de llegada, (ab) meridiano que pasa por el punto de salida, (ac) meridiano que pasa por el punto de llegada, (de) paralela a la equinoccial, (bc) paralela a la equinoccial, (df) y (eg) perpendiculares sobre (bc), (dc) círculo máximo que pasa por los dos puntos (distancia buscada),

Capítulo quincuagésimo primero, en el que se ocupa de calcular la distancia entre dos puntos cuando las latitudes de llegada y salida están en distintos hemisferios. En este caso, estudiaba dos supuestos: una de las latitudes mayor que la otra y el otro consideraba las dos latitudes iguales. En el primer supuesto, procedía igual que en el anterior, en el segundo supuesto, como se ve en la figura 5.52<sup>229</sup>, en el triángulo rectángulo (dbc) conocidos (bc) y (db), obtenía finalmente la distancia (dc) entre los dos puntos en grados que multiplicado por 17, 5 daba la distancia en leguas.



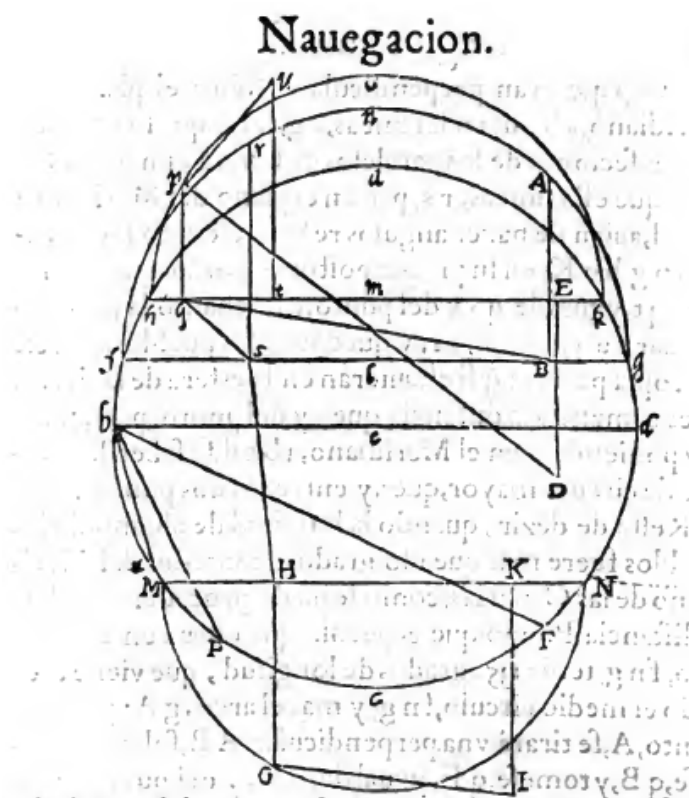
**Figura 5.52.** Cálculo de la distancia entre dos puntos conocidas las coordenadas geográficas (segundo supuesto). Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 111 verso.

En el capítulo quincuagésimo segundo, trata sobre como medir la distancia entre dos puntos con compas y regla. Realizó la demostración gráficamente como se ve en la en la

229 Sea: (ab) y (ac) meridianos, (hk) equinoccial, (d) punto de salida, © punto de llegada, (de) paralela a la equinoccial, (cb) paralela a la equinoccial.



figura 5.53<sup>230</sup>, partiendo del meridiano de las Canarias, representado por un círculo, en el que el diámetro que pasaba por su centro correspondía a la equinoccial, a partir de la cual fijaba las latitudes de salida y de llegada, desde donde tiraba sendas paralelas a la equinoccial y haciendo centro en cada una de ellas describía un semicírculo desde cada latitud, representando en cada uno de ellos su longitud correspondiente. Haciendo las pertinentes proyecciones, obtenía el arco (bx), que después de multiplicar su valor por 17 leguas y media daba la distancia entre los puntos. También se ocupó del cálculo de la distancia entre dos puntos cuando las latitudes de llegada y salida correspondían a cada lado del Ecuador y las longitudes a una y otra banda del meridiano de las Canarias.



**Figura 5.53.** Forma de medir distancias con regla y compás.. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol.111 reverso.

230 (abcd) meridiano que pasa por Canarias, (bd) Equinoccial, (bf) latitud de salida 10°, (fr) longitud de salida 60°, (-bh) latitud de llegada 20°, (hp) longitud de llegada 30°, (fg) paralela a (bd), (l) centro de (fg), (fng) medio círculo de radio ((lf), (rs) perpendicular sobre (fg), (bx) traslado de (pu) al meridiano de las Canarias.

En el capítulo quincuagésimo tercero, se ocupa, de demostrar la inexistencia de la refracción de los rayos del Sol. A partir de una observación que realizó el 20 de diciembre de 1602, en la que tomó la altura del Sol con  $09^{\circ} 52'$ , a la que después de aplicar la corrección por paralaje que resulto ser  $02' 54''$ , obtuvo una altura verdadera del Sol de  $09^{\circ} 54' 54''$ , tomando a continuación la vertical del Sol con  $45^{\circ} 40'$  y mediante tablas calculó la declinación del Sol dándole un valor de  $23^{\circ} 27' 30''$ . Tomando como datos la vertical y la declinación del Sol y latitud del lugar procedió a calcular la altura verdadera del Sol, para verificar si existía refracción o no, la altura calculada por formulas trigonométricas dio  $09^{\circ} 54' 23''$ , dando una diferencia de  $31''$ , por lo que concluyó que no era cierto que los rayos del Sol causasen refracción y que las observaciones realizadas por Cristoforo Rothmano y Ticho Brahe a la misma estrella de la Osa Mayor y a la misma altura de  $03^{\circ}$  sobre el horizonte, dándoles una refracción de  $09' 20''$  y  $28'$  respectivamente, estaban equivocadas.

Terminada la primera parte denominada *Regimiento de Navegación*, inicia la segunda parte de este texto con la *Hydrografia*, que fue hecho para corregir el padrón de la navegación de la Carrera de Indias, de los múltiples errores que contenía y añadir las nuevas tierras que iban apareciendo. En la introducción dirigida al Rey, García de Céspedes aprovechó para relatar con todo lujo de detalles que ante las anomalías que existían en el padrón se le encargó al cosmógrafo mayor de las Indias Pedro Ambrosio Onderiz, revisarlas y corregirlas, por fallecimiento de Onderiz, fue nombrado para ocupar su puesto y continuar el trabajo encargado, el cual ni se había iniciado, también explicaba el procedimiento que siguió para la descripción del mapa general y se atribuyó ser el primero que en un libro de navegación había descrito como se hacía la carta de marear “[...] y aun que ha auido muchos que han efcrito de navegación , ninguno que aya vifto ha declarado la fabrica de la carta de marear.” (García de Céspedes, 1606, fol. s.n). Dejó constancia que el doctor Simon de Touar, el licenciado Rodrigo Zamorano y don Domingo de Villaruel fueron nombrados para colaborar en esta revisión del padrón,

siendo Rodrigo Zamorano el único que colaboró. Contó con el criterio de otros cosmógrafos y pilotos y se cotejaron derroteros nuevos y viejos.

En el capítulo primero, se ocupa de demostrar que la navegación que se realiza en la mar es por círculo máximo, partiendo de la redondez de la tierra, que es lo que hace que todo lo que se mueva tanto por la superficie de la tierra como del mar, lo haga según un círculo máximo debido a que siempre mantienen la perpendicularidad sobre su superficie.

Capítulo segundo, en el que trata de la fabricación de carta de marear, en el que expone el fundamento en que se basa para llegar a la conclusión de que los paralelos y meridianos se representan en el plano por líneas rectas, así como los rumbos. Pero no explica cómo se levanta una carta de marear.

En el capítulo tercero, se ocupa de demostrar que a excepción de navegar por la equinoccial o por meridiano, llega la nao antes a puerto que el piloto con el punto en la carta, debido a que la distancia navegada entre meridianos varía en función del paralelo en que se encuentre la nao y cuanto más al Norte esté, menor será la distancia.

En el capítulo cuarto, trata de la forma en que se levantó el mapa universal y los puntos principales de las costas del mar océano y del Mediterráneo.

En los capítulos del quinto al décimo segundo tratan sobre derroteros, en lo que concierne a las navegaciones por la parte oriental se guía por los derroteros de los portugueses, en concreto, por las navegaciones realizadas por don Juan de Castro en especial la realizada en 1538 en el que anotó los acaecimientos día a día, desde la salida en Lisboa hasta la llegada a la India.

En el capítulo décimo tercero da cuenta de todas las correcciones realizadas al padrón real, así mismo detalla cómo se calculó el eclipse de la Luna del año 1577 y los que siguen en diferentes localidades españolas de las Indias, así como del cálculo de su latitud y longitud geográfica.

El capítulo décimo cuarto lo dedica al cálculo de la hora de inicio y fin del eclipse por la observación realizada de acuerdo con la instrucción dada por Juan López de Velasco, en el que utiliza para el cálculo, como es habitual en su obra, la trigonometría esférica, a pesar de que la considera una operación muy laboriosa para aquellos que no estén muy versados en las matemáticas. Para lo cual propone para su cálculo el instrumento explicado en el capítulo octavo del *Regimiento*.

Los capítulos del décimo quinto al décimo noveno tratan de cómo se sabrá mediante la utilización del instrumento mencionado: la latitud y la declinación de la Luna, inicio y fin de la hora del eclipse, la altura del polo, la hora del lugar conociendo la altura del polo, la declinación del Sol y su altura sobre el horizonte.

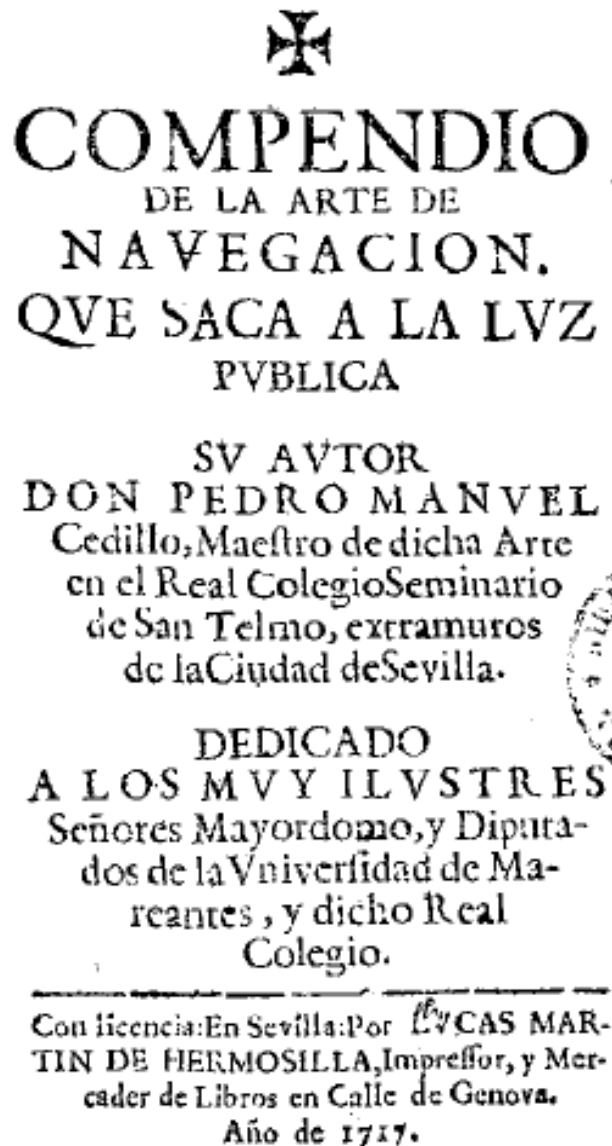
En el capítulo vigésimo hace una advertencia sobre el error existente en la longitud del mar mediterráneo, que lo achaca a que los que navegan por ese mar lo hacen por derrota y distancia y no por altura.

El capítulo vigésimo primero enseña mediante la trigonometría a calcular cuantas leguas contiene un grado terrestre de círculo máximo.

Finaliza la parte de Hidrografía con el capítulo vigésimo segundo que trata sobre los viajes a las Indias Occidentales, en donde distingue cuatro navegaciones generales: La primera la Carrera de Indias hasta el nombre de Dios y Tierra firme y Nueva España, la segunda desde España hasta el río de la Plata y el estrecho de Magallanes, la tercera que va desde Panamá y costa de Guatemala y Nicaragua a las provincias del Perú y Chile, la cuarta va de Nueva España hasta las Islas de Poniente y contratación de la China. De todas ellas da un pormenorizado detalle sobre el rumbo a seguir, las distancias existentes, tiempo navegado y condiciones meteorológicas según fechas.

5.9. *COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGACION* (CEDILLO, 1717)

---



© Biblioteca Nacional de España

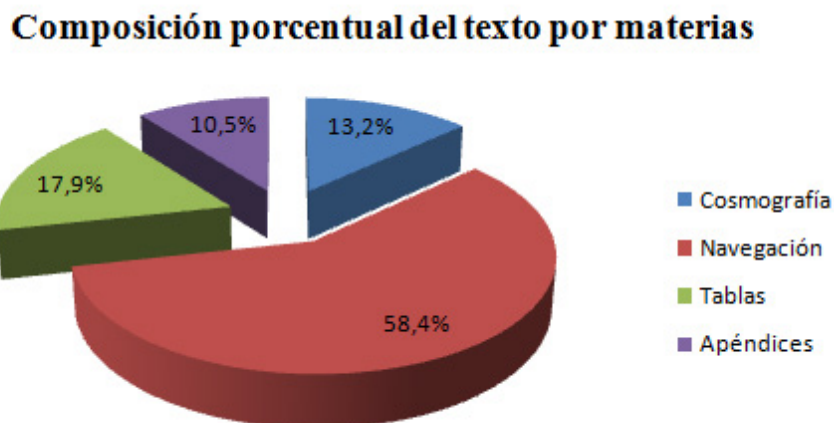
**Figura 5.54.** Frontispicio del *Compendio de la Arte de Navegación* [...] de Cedillo (Sevilla, 1717).

El libro, en formato de 16 cm consta de 192 páginas, divididas en 11 capítulos y un apéndice, en los que aparecen 11 ilustraciones de buena calidad incorporadas al texto. Utiliza tres tamaños de letra, la mayor para los Preceptos de la Cosmografía, la mediana para el título de los capítulos y la pequeña para el cuerpo del texto con una ocupación de 34 líneas por página. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares que ocupan indistintamente: 4, o 11 líneas del texto, siendo más frecuente las de 4. Entre las fuentes citadas destacan Ciceron, García de Céspedes, Serrano Pimentel, Ricciolo, John Seller, Josep Zaragoza, Gaztañeta. Hemos localizado una segunda impresión, corregida y añadida por su autor, Sevilla, 1730<sup>231</sup>. El libro, en formato de 15 cm, consta de 234 páginas en las que aparecen 10 ilustraciones de aceptable calidad incorporadas al texto. Estructurada igual que la edición de 1717, en la que desarrolla los contenidos en 13 capítulos. Amplía los conceptos correspondientes a: las reglas para corregir el ángulo del rumbo de la variación de la aguja y del abatimiento, el modo de corregir la fantasía, la corredera. Introduce el modo de formar el Diario de Navegación. En esta edición, Pedro Manuel Cedillo, director de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz dedica el libro a José Patiño secretario del Despacho en las negociaciones de Marina, Indias y Hacienda. Otras publicaciones del autor son *Trigonometría aplicada a la Navegación* de 1718 y *Tratado de la Cosmographia y Nautica* de 1745.

El cuerpo de la obra consta de una dedicatoria, censura, licencia del ordinario, aprobación, licencia del señor juez y por la materia que trata, distribuida por materias como se indica en la figura 5.55. Este texto carece de índice y trata los siguientes temas: Preceptos de la Cosmografía, tratado de la práctica, y uso de los instrumentos comunes de la navegación, apéndice y tablas.

---

231 Fecha extraída de la licencia del Sr. Juez para licencia de impresión.



**Figura 5.55.** Composición porcentual del *Compendio de la Arte de Navegación* de Cedillo (1717) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

El libro está dedicado a D. Manuel Sánchez Durán, secretario del Fisco de la Inquisición, D. Joseph Antonio Gutiérrez, mayordomo, y diputados de la Universidad de Mareantes, y Real Colegio de San Telmo de la ciudad de Sevilla.

Censura del M. R. P. M, Fr: Gabriel Castellanos, del orden de Predicadores, regente de los estudios, en su Colegio Mayor de Santo Tomás, y examinador Sinodal de este Arzobispado de Sevilla. La licencia la firma Gabriel Castellanos en Sevilla a 18 de abril de 1717.

Vista la censura que dio M. R. P. M, Fr: Gabriel Castellanos, D. Juan Monroy concedió licencia de ordinario firmada por Francisco Cotallo, en Sevilla a 13 de mayo de 1717.

No hallando nada contrario a la Fe y buenas costumbres, M. R. P. M. Juan de Gamiz de la Compañía de Jesús, examinador Sinodal del Arzobispado de Sevilla, concedió licencia el 20 de abril de 1717 para que se pudiese publicar y sirviese de instrucción en el Arte de Navegar, a los niños que se criaban en el Colegio de San Telmo de Sevilla.

Don Antonio Fernando María de Milán, del Consejo de Su Majestad, su oidor en la Real Audiencia de esta ciudad, y juez superintendente en ella, y su Partido de imprentas, y librerías, teniendo en cuenta la censura emitida por el M. R. P. M. Juan de Gamiz, con esta licencia se imprima en el principio de cada libro y corregir la impresión con el original. Firma en Sevilla la licencia el 13 de mayo de 1717.

Comienza Cedillo en la introducción definiendo “la Arte de Navegar que en Griego latinizado se dice Nautica” como un “arte”, que se divide en teórica y práctica, la parte teórica comprende la que enseña los preceptos astronómicos e hidrográficos y la construcción de los instrumentos náuticos, reservando la práctica para el uso de dichos instrumentos y la aplicación de los conceptos teóricos a la navegación. Al igual que los anteriores tratadistas hace hincapié en las excelencias de esta Arte, para lo cual cita a Cicerone y Fray Luis de Granada. Nos introduce, brevemente en los cuatro términos de la navegación (longitud, latitud, rumbo y distancia) y de su dificultad, sobre todo del de la longitud, que el Padre Joseph Zaragoza lo considera como el término que puso Dios para humillar la inteligencia del hombre. Muestra su preocupación, por no haberse llegado a la resolución del cálculo de la longitud en la mar, a pesar de lo mucho investigado y los premios ofrecidos para quien diese con su resolución. Cedillo consideraba que la dificultad del cálculo de la longitud en la mar era práctico, no teórico y apuntaba dos elementos a tener en cuenta, ¿dónde se ha de vencer esta dificultad y con qué instrumentos? Las observaciones realizadas en la mar se veían afectadas por una serie de errores ocasionados por los movimientos del buque, la imprecisión de las sombras y de los relojes, ninguna línea meridiana perfecta, lo que producían observaciones inexactas. A la vez que consideraba inadecuados los instrumentos con las que se realizaban, ballestilla y astrolabio, por su pequeñez. Fundamentado en que la Luna en su movimiento natural avanza 1° cada 2 horas, describe el error que produce en la situación observada un error de 6' en la observación, que significa un error en longitud de 180 millas, aplicado a varias singladuras, resulta mucho mayor que el que podía causar el error en rumbo



y distancia. Finalizaba advirtiendo a los muchos que creían que habían llegado a la resolución del cálculo de la longitud, que lo comprobasen en la mar y si resultase serían merecedores del premio. A pesar de las consideraciones realizadas para el cálculo de la longitud, con respecto al medio donde se realizaba y la pequeñez de los instrumentos, afirmaba que la latitud era el término más cierto, no obstante, había que tener en cuenta el error producido al observar la sombra y no el rayo del Sol. Así como los errores que podían afectar al rumbo debido a las corrientes, el abatimiento, a las guiñadas del timonel y a la variación de la aguja, mientras que la distancia podía estar afectada por los errores en las medidas del cordel de la barquilla y la ampolleta de arena. Según Cedillo, la mayoría de los pilotos calculan la situación mediante la latitud observada y la distancia obtenida de la corredera, que es la más apropiada cuando las navegaciones son lesteoeste, mientras que otros lo hacen por latitud observada y rumbo, pero esta es más apropiada cuando la navegación es Norte-Sur. Cedillo recomienda vigilar el rumbo y la distancia, calcular el punto de fantasía y corregirlo según enseña en el texto. Describe que en el texto explica el uso y fabricación de los instrumentos más utilizados y que las tablas de declinación del Sol están referidas al meridiano de Sevilla. Pone de relieve que ha escrito otros métodos de navegación por la trigonometría y escalas planas y artificial. Con lo que finaliza el prólogo y se adentra en la materia.

En la primera parte, que denomina preceptos de la cosmografía, trata bajo este epígrafe sobre los fundamentos de la esfera dedicando los últimos apartados a una breve introducción a la navegación, en la que trata sobre el cuarteo de la rosa de los vientos, los círculos y términos de la navegación y la diferencia entre la carta plana y el globo.

La segunda la dedica a la navegación bajo el título de tratado de la práctica, y uso de los instrumentos comunes de la navegación, al que le dedica once capítulos.

En los tres primeros, capítulos, se ocupa del uso y la corrección de los instrumentos de tomar alturas de forma pormenorizada, entre los que incluye el astrolabio, la

ballestilla, el cuadrante y el cuadrante de dos arcos, no hemos encontrado en libros españoles de náutica anteriores, referencias a este instrumento, a pesar que ya en 1594, John Davis describió el modelo original, en su libro *Seamans secrets*, por lo que Pedro Manuel Cedillo fue el primer tratadista náutico español que incluyó en su obra este instrumento. Le dedica un apartado a describir las excelencias del cuadrante de dos arcos, en donde lo considera el más capaz de los instrumentos de tomar alturas, por la exactitud que ofrece en las observaciones, apunta otra excelencia más a los cuadrantes de dos arcos “modernos”, por incorporar un agujerito redondo con un cristal en la pínula umbrosa o sombría por donde entra la luz solar lo que en el momento de la observación del Sol, facilitaba la concentración de los rayos solares proyectándose sobre la línea horizontal que marca el borde superior de la ranura de la pínula horizontal, a tal característica Cedillo le atribuía, de forma razonada, la corrección del error que tienen las observaciones de espaldas al astro.

En el capítulo cuarto, se ocupa de las reglas del Sol, del uso de las tablas de las declinaciones del Sol y su manejo. Empieza con los dos modelos existentes para calcular la latitud del observador, el que se observa cara al Sol y el de espaldas al Sol, en este capítulo se ocupa del segundo método, dejando el primero para explicarlo en el capítulo correspondiente a las estrellas. Para explicar el cálculo de la latitud, sigue el mismo procedimiento de las reglas de la sombra, antes de enumerarlas relaciona el signo de los valores de la declinación del Sol y de la sombra, así como el signo de la declinación del Sol en función de la fecha, pasando a continuación a dar seis sencillas reglas que relacionan la sombra con la declinación y la distancia zenital, mediante las cuales obtiene la latitud observada. Para apuntalar lo expuesto, lo completa con dos ejemplos. Termina el capítulo explicando la utilización y manejo de las tablas de declinación del Sol que expone al final de la obra.

El capítulo quinto, trata de las reglas para calcular la latitud cuando las estrellas están en el meridiano superior e inferior y por la Estrella Polar. Como en el capítulo anterior da seis reglas para calcular la latitud observada, en el caso de paso por el meridiano

superior, incluyendo ejemplos resueltos en las reglas 3, 4 y 5. En el caso del paso por el meridiano inferior, la operación se realiza con el complemento de la declinación. Incluye la explicación y el manejo de las tablas de declinación de las estrellas. En el epígrafe correspondiente a la Estrella Polar, primero establece su posición en la esfera celeste, y fija la distancia de la Estrella Polar al polo en  $2^{\circ} 13'$  referenciando a los cálculos realizados por R.P. Juan Bautista Ricciolo (1598-1671). Una vez establecida la distancia de la Polar al polo, pasa a explicar el procedimiento para reconocerla mediante la guarda delantera y la cantidad que hay que sumar o restar a la altura observada de la Polar para obtener la latitud, de acuerdo con una tabla que expone, en la que en las columnas pone el rumbo y en las filas el año.

En el capítulo sexto, se ocupa de la aguja, su uso, errores y de sus correcciones. Realiza una somera descripción de la aguja, debido a su composición pone especial énfasis en el cuidado que hay que tener en su ubicación y en el mantenimiento. Señala la importancia que tienen los errores de la aguja en los accidentes marítimos. Corrige el rumbo por el efecto del abatimiento mediante la marcación de la estela que forma el buque en su marcha y aplicándolo al rumbo, cita el instrumento que utiliza Gaztañeta para calcular el abatimiento, aunque advierte la inexactitud de dichas correcciones aconseja a los pilotos realizarlas, ya que es preferible a guiarse por la experiencia. Se ocupa de la corrección de la aguja por la variación magnética utilizando el método de las amplitudes ortiva y occidua del Sol, como el método más exacto y sencillo, del cual expone siete reglas para su cálculo, dos ejemplos ilustrativos y el uso y manejo de las tablas de la amplitud ortiva, y occidua.

En el capítulo séptimo, se ocupa de la corredera, instrumento que sirve para calcular la velocidad del buque. Hasta su introducción en España por Antonio de Gaztañeta en su libro *Norte de la navegación* (1692), los pilotos la calculaban teniendo en cuenta muchas variables entre las que estaban el viento, corrientes, desplazamiento del buque y estado de casco, donde la experiencia del piloto constituía un factor determinante

para su cálculo. El cálculo de la velocidad por ese método inducía a errores en el valor de la distancia navegada, la corredera aún con sus errores contribuyó a calcular la velocidad con mayor exactitud. Explica el fundamento de la corredera, la medida horaria utilizada (ampolleta de 30'') y como se realiza el cálculo de los intervalos, para lo cual, al igual que otros autores de temas náuticos, divide el grado de círculo máximo en 60 millas. Pasada a pies, determina la parte de dicha milla en el intervalo de 30'', para su cálculo dice que huye de realizarlos por procedimientos tradicionales y cita lo expresado por el Padre José Zaragoza que referencia los resultados obtenidos por el holandés Villebrorde y el italiano Padre Ricciolo, mostrando preferencias por este último, mientras que Cedillo opta por utilizar la media de las dos que le da un resultado de 56 pies castellanos. Con lo que, si la nave navega en 30'' una marca en una hora caminará una milla, tantas marcas como salgan en el periodo de 30'' serán millas navegadas. Finaliza con la explicación de la construcción y uso de la corredera y su tabla correspondiente.

En el capítulo octavo, trata sobre las cartas, de echar el punto y su corrección. Clasifica las cartas según la escala, en universal (punto menor) y particular (punto mayor). En cuanto a su construcción diferencia dos tipos, la carta ordinaria o de grados iguales y la reducida o de grados desiguales. Le atribuye cinco usos a la carta: determina el rumbo entre puntos y su distancia, permite saber la latitud, longitud y la situación de cualquier punto que este en la carta, continúa enseñando como se procede para determinar cada uno de los usos mencionados. Nombra tres formas de cartear o echar el punto y su determinación, que son: punto de fantasía, punto de escuadría y punto de fantasía y altura.

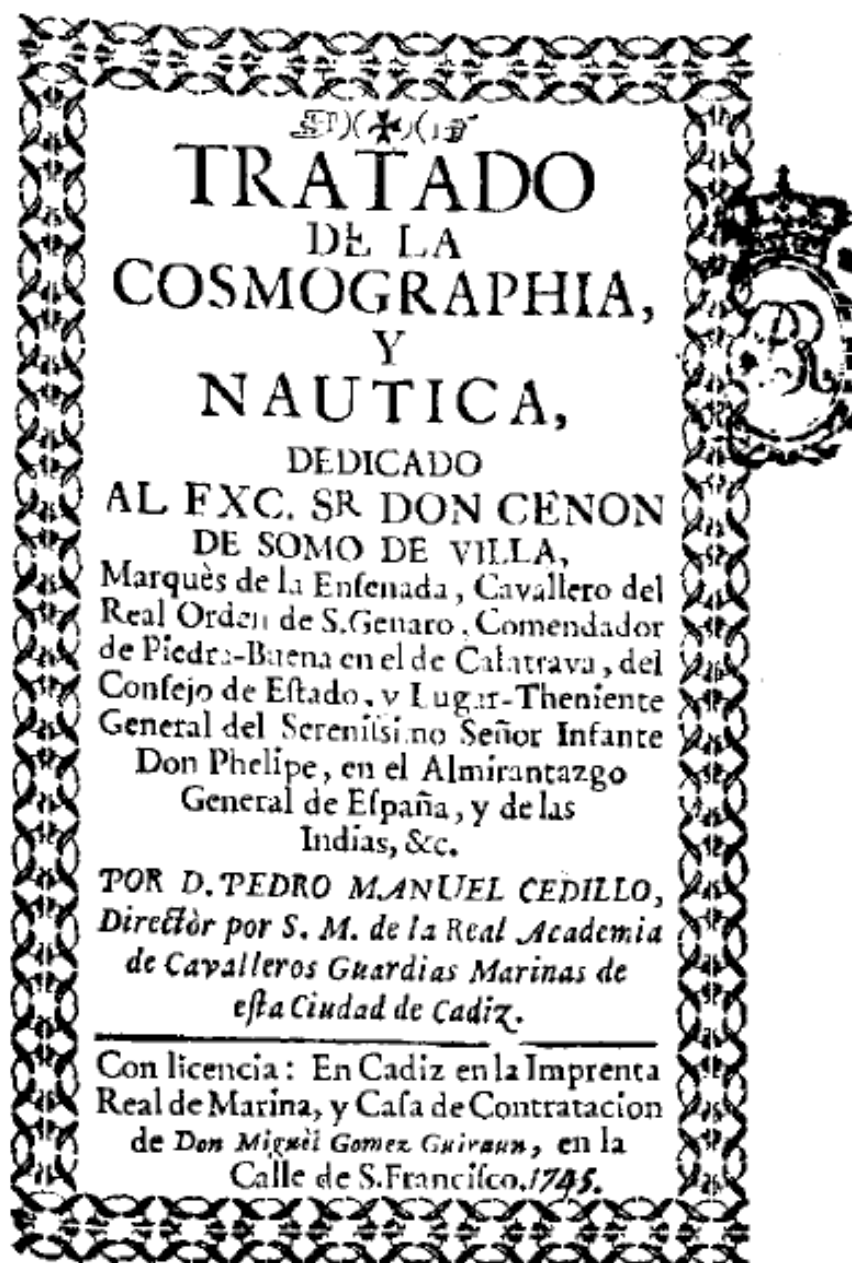
En el capítulo noveno, se ocupa del uso de la carta de marear, del modo de corregir la fantasía y la demasía de la carta ordinaria y las distancias excesivas en la carta reducida, así como de la corrección de la fantasía por la observación. Pone un ejemplo para reducir leguas holandesas y alemanas de la carta a leguas españolas.

En el capítulo décimo, trata de la construcción y uso del cuadrante de reducción, utiliza ejemplos para el cálculo de la diferencia en latitud y en longitud entre dos puntos. Enseña mediante ejemplos, a resolver los problemas de navegación de estima ayudándose del cuadrante de reducción.

En el capítulo undécimo, trata de corregir la fantasía y del cálculo de la longitud esférica mediante el cuadrante de reducción, ilustrándolo con cuatro ejemplos en el primer caso y dos en el segundo.

Termina la obra con un apéndice dedicado a calcular de memoria el número áureo, la epacta, conjunción, días de luna, hora de flujo, la letra dominical y fiestas movibles y con las tablas de las declinaciones del Sol y las de amplitudes ortivas y occiduas del Sol.

5.10. *TRATADO DE LA COSMOGRAPHIA Y NAUTICA*  
(CEDILLO, 1745)



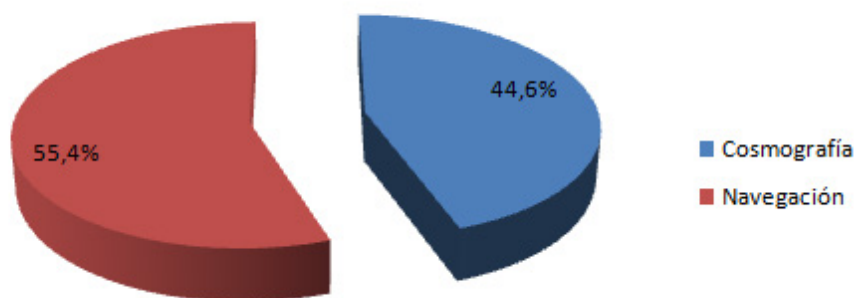
Biblioteca Nacional de España

Figura 5.56. Frontispicio del *Tratado de la Cosmographia y Nautica* de Cedillo (Cádiz, 1745).

El libro, en formato de 15 cm, consta de 240 páginas, en las que separadas del texto en 5 láminas aparecen 43 ilustraciones de buena calidad. Para el cuerpo del texto utiliza un tamaño de letra mediano con una ocupación de 33 líneas por página, mientras que para epígrafes y subepígrafes varía de forma anárquica el tamaño de la letra. Entre las fuentes citadas destacan Keplero, Bayer, Hally, P. Reyta, Ptholomeo, M, Cassini, Richer, Huguens, Newton, M. Maupertuis, Alfragano, P. Ricciolo, M. Cordier, Longomontano, Padre Joseph Zaragoza, Jorge Fournier, M. Bouguer, Euclides. El *Tratado de la Cosmographia* se reeditó en Cádiz, Imprenta Real de Marina de Don Manuel Espinosa de los Monteros, 1750.

El texto, consta de una dedicatoria, censura, licencia del ordinario, aprobación, licencia del señor provisor, índice, introducción y la materia que trata. Estructuró la obra en dos libros con 11 capítulos cada uno, según la composición por materias de la figura 5.57.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.57.** Composición porcentual del *Tratado de la Cosmographia y Nautica* de Cedillo (1745) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Dedicatoria al Sr. Don Zenon de Somodevilla Marqués de la Ensenada. Continúa la línea seguida en los anteriores textos editados, en los que dedica sus obras a los responsables de las instituciones de las que depende en cada momento.

Censura del M. R. P. Faustino Paez, religioso profesos, y maestro de Sagrada Teología Moral, del Colegio de la Compañía de Jesús de esta ciudad de Cádiz, fechada en Cádiz a 18 de agosto de 1745.

La licencia para que se pudiese imprimir, la concedió en Sevilla a 25 de agosto de 1745, el licenciado Don Gerónimo Antonio de Barreda y Yebra, canónigo de la Santa Iglesia del Sr. Santiago de Galicia, del Consejo de S. M. su inquisidor en el Tribunal del Santo Oficio de la Inquisición de esta ciudad de Sevilla, superintendente de las imprentas, y librerías de ellas y su Reinado.

Censura firmada a 14 de octubre de 1745 por el M. R. P. Mto. Gaspar Díaz, Religioso profesor de la Compañía de Jesús, rector que ha sido de los Colegios de esta ciudad, Baeza, Córdoba, San Hermenegildo de Sevilla, y últimamente prepósito en su Casa Profesa, y examinador Sinodal de los obispados de Jaén y Cádiz.

La licencia del Sr. provisor, la firma en Cádiz el 9 de octubre de 1745, el notario Francisco Bonifacio Sánchez por mandato de del doctor D. Pedro Joseph de Vera y Baena.

En la introducción, Cedillo sigue la misma guía utilizada en el *Compendio de la Navegación*, en cuanto a la definición de la “Arte de Navegar”, en la descripción de las excelencias de esta Arte y en la dificultad que entraña el cálculo de los cuatro términos de la navegación. Acto seguido relata que ha estructurado el *Tratado* en dos libros, el primero dedicado a los preceptos cosmográficos y el segundo a la construcción y uso de los instrumentos de la navegación, para el que se ha valido del *Compendio de la navegación*, ampliándolo con los nuevos conocimientos adquiridos fruto de la lectura de los autores más conspicuos, tanto nacionales como extranjeros. A diferencia del *Compendio de la Navegación*, que presentaba unas tablas de declinación del Sol útiles para el resto del siglo, siempre que se pasasen a otro meridiano, confeccionó unas nuevas útiles sin diferencias considerables para un periodo de 20 años. Avisa que las tablas de latitudes y longitudes se han corregido, colocando un asterisco a las que han sido calculadas por



observación astronómica. Por último, remite a su libro *Trigonometría aplicada a la Navegación*, aquellos que tengan dificultades con la geometría.

Esta obra presenta diferencias notables con el *Compendio* de 1717, tanto en el contenido, como en la extensión. Estructuró la obra en dos partes, la primera que denominó De la cosmografía con 11 capítulos y la segunda parte De la construcción y uso de los instrumentos comunes de la navegación, le dedica otros 11 capítulos.

En la primera parte, a los temas tratados en el *Compendio* de 1717, le añade los que estaban ubicados en el apéndice: el modo de hallar el número áureo, epacta, conjunción, días de Luna, hora de flujo, letra dominical y fiestas, a la vez que introduce los epígrafes correspondientes a la piedra imán y los nuevos métodos que se han ideado para determinar la longitud en la mar.

En el capítulo décimo, titulado de la piedra imán trata la variación de la aguja, convirtiéndose en el primer autor de los analizados en esta memoria, que se ocupa de la inclinación y la declinación magnética. Se da un paseo por la historia, en el que relata que las propiedades del imán eran conocidas ya desde antiguo, pero atribuye a un poeta francés<sup>232</sup>, ser el primero que habló sobre su orientación hacia los polos y atribuye a Caboto ser el primero que publicó la declinación magnética en 1549. A continuación, pasa a relatar los estudios sobre el magnetismo realizados por Delisle, Pierre Gassendi (1592 – 1655), Giovanni Cassini (1625 – 1712) y Edmund Halley (1656 – 1743).

Dentro del capítulo undécimo, que se ocupa de los términos de la navegación, introduce un apartado en el que ocupa de los modos que se han ideado para determinar

---

232 Cedillo se refiere a Guyot de Provins (siglo XII). Ver (Humboldt 2011, p.336): “Entre los pueblos cristianos de Europa no se encuentra obra alguna en que se cite la aguja imantada como cosa bien conocida, hasta la Biblia satírica de Guyot de Provins (1190), y la descripción de Palestina por el obispo de Tolemaida, Santiago de Vitry (de 1204 a 1215). Dante en el libro XII del Paraíso menciona en una comparación la aguja (a go) “que se dirige hacia el Polo””.

la longitud en la mar, en la que el autor declara que ha extraído del libro 8 de del R.P. Ricciolo. En el que aproxima al lector del procedimiento utilizado en tierra mediante los eclipses de la Luna para determinar la longitud, método que declara insuficiente para ser utilizado en la mar. Así como el propuesto por Galileo en el año 1631, mediante los cuatro satélites de Jupiter. Enumera los métodos planteados para calcular la longitud, mediante la Luna por: Langreno, Hevelio, Longomontano y Kepler. También enumera las dificultades para calcular la longitud por relojes debido a su imperfección, causada por los adelantos y atrasos causados que sufren en la mar, al igual que las ampolletas. Por último, omite el método por la variación de la aguja por falta de regularidad.

La segunda parte bajo el título De la construcción y uso de los instrumentos comunes de la navegación le dedica 11 capítulos, de similar contenido al *Compendio de 1717*, pero con una estructura diferente. En la que, en los contenidos de los capítulos, prescindiendo del astrolabio, incluye las correcciones a las alturas observadas para convertirlas en verdaderas. Al adentrarse en la explicación del cálculo de latitud por alturas meridianas, en este tratado, no hace diferencia entre Sol y estrellas dando unas reglas comunes para ambos astros, que denomina astro. Abandona las reglas de las sombras para pasar a dar seis reglas apoyándose en figuras para explicar el cálculo de la latitud observada por alturas meridianas. Además de calcular la corrección total mediante las tablas de amplitudes ortivas y occiduas del Sol, la calcula mediante la trigonometría esférica y uso de logaritmos.

5.11. *TRATADO DE NAVEGACION THEORICA*  
(SÁNCHEZ RECIENTE, 1749)

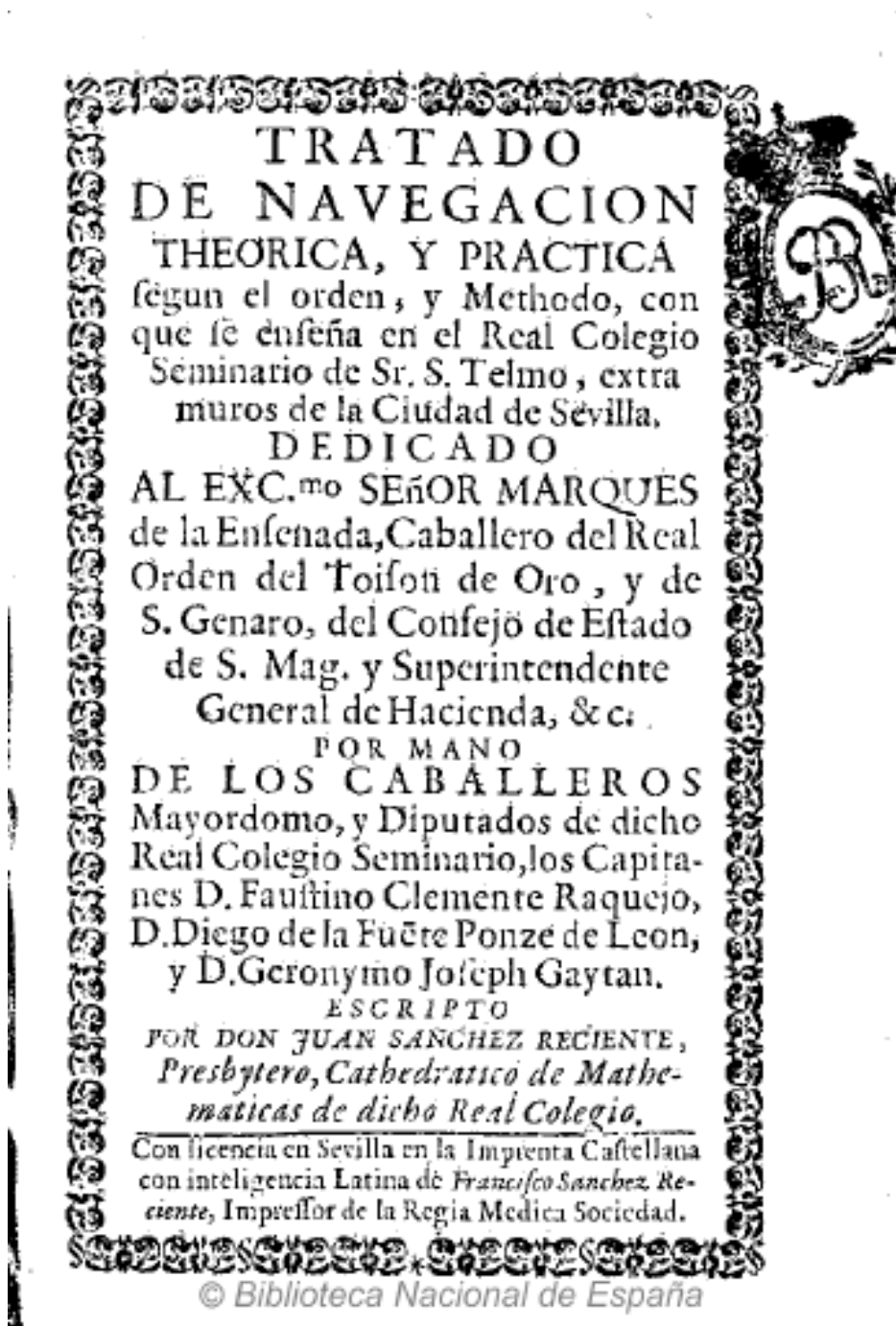
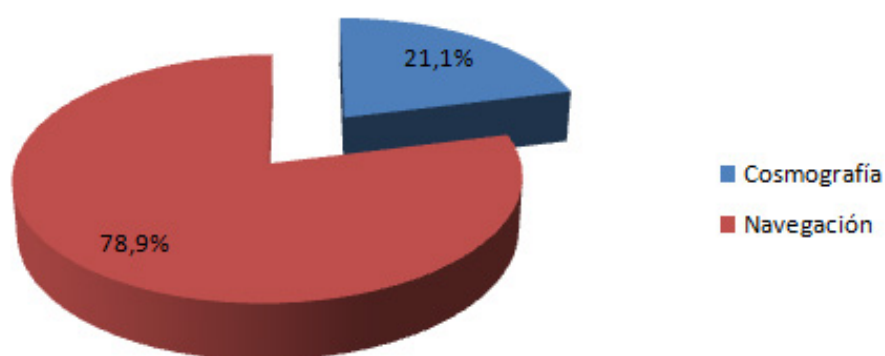


Figura 5.58. Frontispicio del *Tratado de Navegación Theorica, y Practica* de Sánchez Reciente (Sevilla, 1749).

El libro, en formato de 24 cm, consta de 289 páginas en las que separadas del texto en 3 láminas aparecen 37 ilustraciones de buena calidad. Así mismo, en 31 páginas sin numerar incorpora las tablas de declinación del Sol y amplitudes ortiva y occidua. Para el cuerpo del texto utiliza un tamaño de letra mediano con una ocupación de 30 líneas por página, mientras que para capítulos y epígrafes utiliza un tipo de letra mayor. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares con una ocupación de 3 líneas del texto. Entre las fuentes citadas destacan el padre Joseph Zaragoza, Snelio, el padre Ricciolo. No se conocen ediciones de esta obra. Otras publicaciones del autor son *Tratado de Artilleria, theórica, y práctica* de 1733, *Tratado de Trigonometria nautica* de 1742 y *Tratado de Arithmetica theorica y practica* de 1751.

El cuerpo de la obra está constituido por dedicatoria, aprobación, licencia del Sr. provisor, aprobación del M. R. P. Fr. Joseph Franco, décimas acrósticas escritas por un discípulo, octavas al autor por el propio discípulo, prólogo, índice, introducción y las materias que trata, divididas en 26 capítulos, estructurado por materias de acuerdo con la figura 5.59.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.59.** Composición porcentual del *Tratado de Navegación Theorica, y Practica* de Sánchez Reciente (1749) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Dedicatoria al Sr. don Zenon de Somodevilla Marqués de la Ensenada, secretario del Despacho, Marina, Indias, y Hacienda: Y superintendente general del Cobro, y Distribución de ella.

El M. R. P. Fr. Lucas Ramírez, doctor en Sagrada Teología, calificador de la Suprema, y General Inquisición de España, examinador Sinodal de su Arzobispado, y lector de Sagrada Teología en el Convento de Sr. S. Antonio de Padua de dicha ciudad. Concedió aprobación en el convento de San Antonio el 12 de noviembre de 1749.

En fecha 18 de noviembre de 1749 el doctor D. Pedro Manuel de Céspedes provisor, concedió licencia para poder imprimir el libro después de la censura concedida por el M. R. P. M. Fr. Lucas Ramírez.

El M. R. P. Fr. Joseph Franco, del Orden de Predicadores, catedrático de Astronomía en la Universidad de Sevilla, además de no encontrar cosa alguna contra la fe, hace una loa de la obra y del autor. Al final de la cual emite la aprobación para que se pudiese publicar a fecha 16 de noviembre de 1749.

En fecha 18 de noviembre de 1749, el Sr. juez el licenciado D. Joseph Manuel Maeda del Hoyo, del Consejo de S. M. su inquisidor Apostólico más antiguo en el Tribunal del Sto. Oficio en la Inquisición de esta ciudad de Sevilla, superintendente de las imprentas, y librerías de ella, y su Reinado, le concedió licencia de impresión.

En el prólogo Sánchez Reciente presupone los muchos defectos con que sale la obra por no ser hombre de mar. Por lo que achaca los posibles errores a la ignorancia y no a la malicia, por lo que demanda le señalen los errores para que puedan ser rectificadas lo que no sólo redundará en beneficio público, sino también en su propia enseñanza. En el libro se ha plasmado todo lo necesario para formar pilotos teórico prácticos, de acuerdo con lo establecido en el Colegio de San Telmo de Sevilla.

En la introducción glosa lo necesario de la “Arte de la Navegación” para la comunicación entre España y América. Para lo que da reglas a los principiantes para que puedan pilotar las naves.

Se adentra en el desarrollo de las materias de forma correlativa, a través de los 26 capítulos, en la que no plantea las clásicas divisiones entre cosmografía y navegación.

Del capítulo I al IX, trata sobre lo que Cedillo (1717) y (1745), en su texto, denomina preceptos de la cosmografía, en la que incluye los fundamentos de la esfera, el cuarteo de la rosa de los vientos, los círculos y términos de la navegación y la diferencia entre la carta plana y el globo.

En la parte correspondiente a la navegación, del capítulo X al XXVI, se ocupa del uso y construcción de la aguja de marear, del astrolabio, de la ballestilla y de los cuadrantes para observar el Sol. En cuanto a la guja de marear, señala que hay dos clases de agujas: las ordinarias y las de marcar. Se extiende en la importancia que tiene la aguja para la navegación, recomienda en donde hay que instalarla y la sensibilidad que tiene frente a hierros y aceros.

Referente a los instrumentos de tomar alturas, explica el uso y la construcción de los instrumentos clásicos: astrolabio, ballestilla y cuadrante. En la construcción del radio de la ballestilla propone dos métodos matemáticos de cálculo, uno por medio de la geometría y el otro por medio de la trigonometría. Sigue explicando los instrumentos clásicos de tomar alturas, cuando hacía ya 18 años que Hadley había construido el octante, instrumento basado en el principio de la doble reflexión. No incorpora las correcciones correspondientes a las alturas observadas para convertirlas en verdaderas a excepción de la corrección por semidiámetro en el caso del Sol.

También se ocupa de la construcción y uso de: el cuadrante de reducción, de la carta de marear tanto la ordinaria o de grados iguales como la de grados crecidos.

Para explicar el fundamento de la corredera y su graduación, emplea los mismos argumentos que Cedillo (1717) e incluso referencia a los mismos autores.

Al explicar el uso de los cuadrantes de la rosa de marear y como afecta a la latitud y a la longitud, según por el cuadrante que se navegue ilustrándolo con ejemplos. También se ocupa de la corrección de la aguja de marear por amplitudes del Sol, del uso de las tablas de declinación y amplitudes del Sol, en la que entra al detalle de las operaciones (regla de tres) a realizar ya que están confeccionadas para el meridiano de Sevilla. Para el caso que se navegue por latitudes superiores  $66^{\circ} 30'$  da cuatro recomendaciones a tener en cuenta.

En el cálculo de amplitudes para su resolución expone tres procedimientos con sus respectivos ejemplos: el ordinario que realizan los pilotos, partes proporcionales y el trigonométrico y da 12 reglas de las amplitudes. Da cuatro reglas para corregir la variación de la aguja con sus respectivos ejemplos. Y pasa a tratar las corrientes y abatimientos, enseña cómo construir un instrumento para determinar el ángulo de abatimiento y de la corrección del rumbo por su efecto, para lo cual da cuatro reglas y tres para la corrección de la aguja por el efecto conjunto del abatimiento y la variación.

Se ocupa de los usos de los instrumentos de tomar alturas y del cálculo de la latitud a la hora de la meridiana mediante la observación del Sol con el astrolabio, haciendo extensible lo explicado a la ballestilla y a los cuadrantes, antes de proceder a la explicación, aclara que cuando dice observación se refiere a la distancia zenital. Detalla la regla de los signos a aplicar a la suma algebraica entre la distancia zenital y la declinación del Sol, en función de la especie de la declinación y la dirección de la sombra, para calcular la latitud observada, a la que acompaña seis ejemplos ilustrativos. Explica las reglas para el caso de las estrellas y lo acompaña de seis ejemplos. Para saber la hora de noche y para arrumbar la guarda delantera con la polar, explica el uso y construcción del reloj nocturno.

También resuelve los problemas de navegación de estima utilizando el cuadrante de reducción, para lo cual se vale de 15 ejemplos. Enseña a medir la distancia de un punto a otro, situar un punto en la carta (latitud y longitud), para lo que se vale de 9 ejemplos para resolver problemas de navegación costera.

Termina el texto con la descripción del Diario de Navegación y de la formación del calendario.



5.12. *LECCIONES NAUTICAS* (ARCHER, 1756)

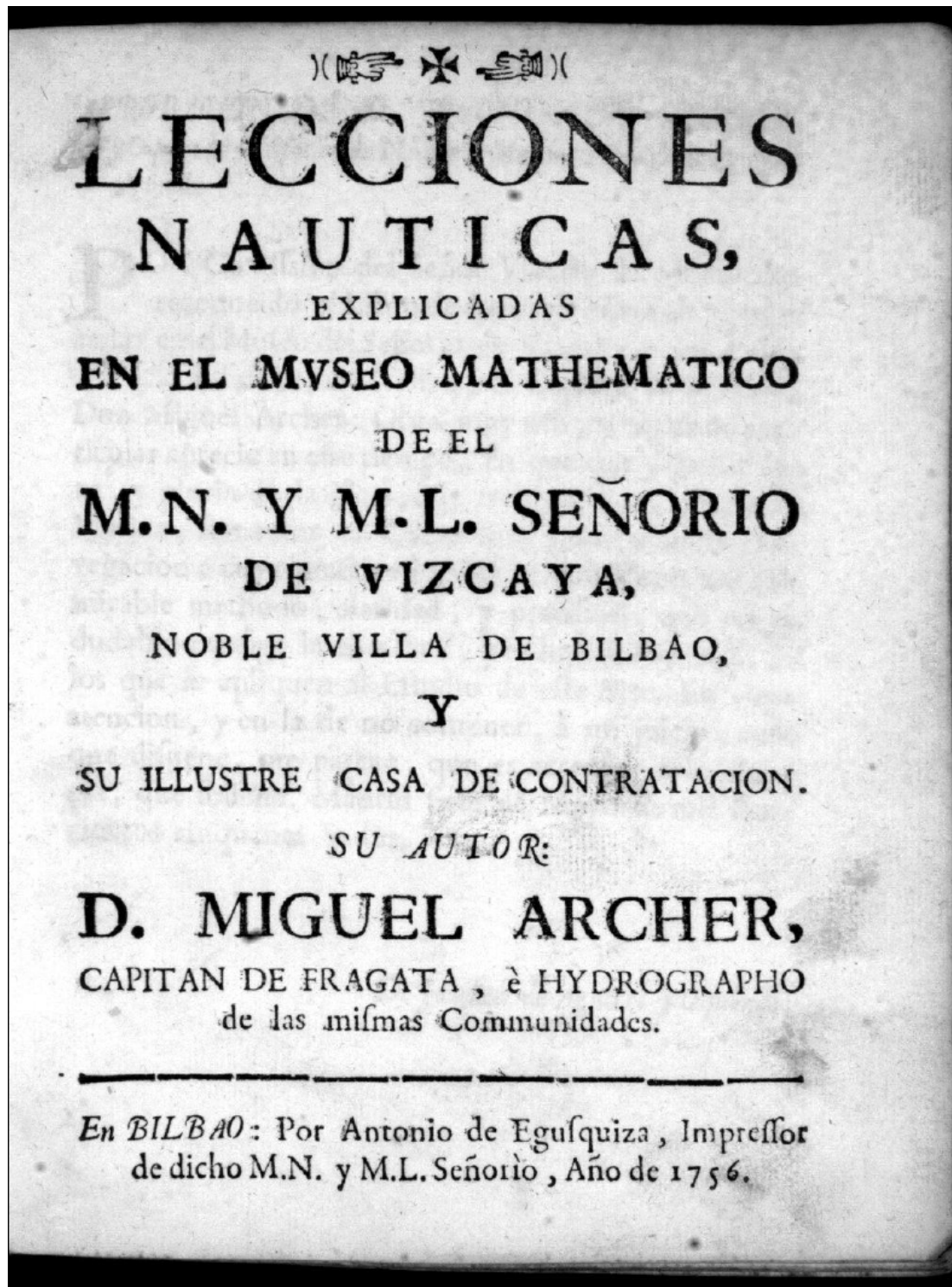


Figura 5.60. Frontispicio de las *Lecciones Nauticas* de Archer (Bilbao, 1756).

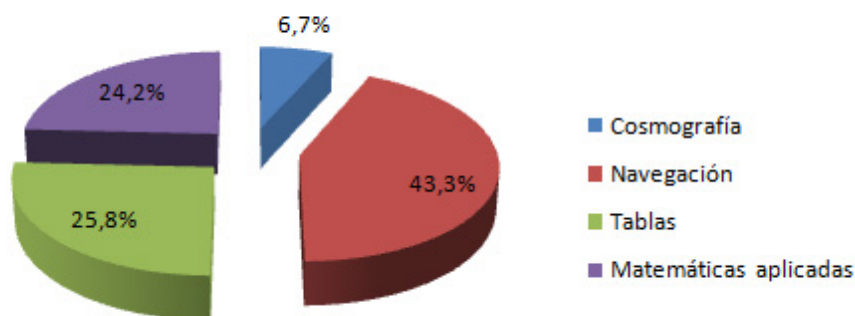
El libro, en formato de 20 cm, consta de 215 páginas, en las que incluye una colección de tablas de: diferencia en latitud y apartamiento, de partes meridionales, de declinaciones del Sol. Al final de la obra en páginas sin numerar adjunta cuatro láminas ilustrativas conteniendo 55 ilustraciones de buena calidad, firmadas por Ignacio Albiz<sup>233</sup> discípulo de Miguel Archer, referidas a: Problemas de geometría, las lecciones 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup>, 17<sup>a</sup> y 18<sup>a</sup>, hoja del Diario de Navegación del navío nombrado *El Afortunado*, correspondiente al 24 de mayo de 1752 en viaje de Bilbao Cádiz. Para el cuerpo del texto utiliza un tamaño de letra mediano con una ocupación de 28 líneas por página, mientras que para los capítulos utiliza un tipo de letra mayor. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares con una ocupación de 2 líneas del texto. Entre las fuentes citadas destacan Jorge Juan, Ulloa y de forma general en las tablas cita a los manuales de navegación ingleses. No hemos localizado ninguna otra reedición, ni ninguna otra obra de este autor.

El cuerpo de la obra está constituido por aprobación, licencia de ordinario, aprobación del Sr. coronel D. Jorge Juan, licencia y privilegio real, fe de erratas, tasa, prólogo y por la materia que trata, divididas en 20 capítulos distribuidos por materias de acuerdo con la figura 5.61.

---

233 Ignacio Albiz que firmaba en las láminas como discípulo del autor, con el tiempo llegó a ser profesor de la Escuela de Náutica de Bilbao, como afirman Ibáñez y Llombart (2000) refiriéndose a Albiz, dicen: “Finalmente, en 1755, fue nombrado para el puesto Ignacio de Albiz quien, además de haber sustituido a Archer en sus ausencias, había continuado regentando la cátedra de náutica tras la muerte de éste, durante ocho meses”. Ver: Itsaso Ibáñez y José Llombart. *La formación de pilotos en la Escuela de Náutica de Bilbao, siglos XVIII y XIX*. (Donostia-San Sebastián, 2000), 748.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.61.** Composición porcentual de las *Lecciones Nauticas* de Archer (1756) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Don Joaquín de Aguirre y Oquendo, capitán de navío, mayor general de la Real Armada Naval, una vez reconocida la utilidad de la obra, la claridad y no contener cosa que disuene, considera que es acreedor de la licencia que solicita y así lo firma en Madrid a 7 de mayo de 1752.

El licenciado Don Tomás de Najera Salvador, del Orden de Santiago, capellán de honor de S. M. y Vicario de esta Villa de Madrid y su partido concedió licencia para que pudiese imprimir el libro al no encontrar nada opuesto a la Santa Fe. Por su mandato don Joseph Daganzo, firmó en Madrid a 10 de mayo de 1752.

El libro, no sólo recibió la aprobación del Sr. coronel D. Jorge Juan, sino que lo designó como de los mejores, que jamás se hayan escrito en España, en lo que concierne a la práctica de la navegación. Así lo hizo constar en Madrid a 22 de abril de 1752.

En Madrid a 18 de mayo de 1752, por mandato del Rey, D. Agustín de Montiano y Luyando le concedió a Miguel Archer, licencia y privilegio real para que pudiese imprimir el libro por un periodo de diez años con la prohibición expresa que cualquier otra persona pudiera imprimirlo so pena de incurrir en una multa de 50.000 maravedíes.

El licenciado D. Manuel Licardo de Rivera, corrector general por su Majestad refiere las tres erratas que detalla y corrige para que corresponda con el original, en Madrid a 29 de noviembre 1755.

Por la extensión del libro y la calidad del papel con que fue impreso, D. Joseph Antonio de Yarza, secretario del Rey nuestro Señor, su escribano de cámara más antiguo, y de Gobierno de Consejo tasó el precio de venta en 239 maravedíes en Madrid a 15 de diciembre de 1755.

El libro de Archer aunque se publicó en 1756 recibió la licencia para ser editado en 1752 y según Duo (2000) ya estaba terminado desde 1746 y a disposición de sus alumnos, en formato de apuntes como apoyo al seguimiento de las clases que impartía en el Museo Matemático de Bilbao desde 1742.

Miguel Archer inicia el prólogo de su libro con una felicitación a aquellos que abandonan la tranquilidad de sus casas para dedicarse al trabajo en la mar, por todos los beneficios que reporta al resto de la sociedad. Continúa con el agradecimiento hacia las autoridades estatales por los progresos que se han hecho y por los honores que le han concedido (nombramiento de capitán de fragata). También se refiere a la generosidad del Museo, por los instrumentos que contiene y procurar a los alumnos “estas mis Lecciones impreffas”. Finaliza esta loa a las instituciones, dirigiéndose a los alumnos con un imperativo “aplicaos, pues al trabaxo”, como respuesta a las atenciones que se les han dispensado y por satisfacción suya. Acto seguido, pasa a detallar el objetivo que le ha guiado al escribir la primera parte que denomina Vía de la Nave, ya que sólo contiene lo que es necesario para conocer el camino por donde ha de guiarse el buque y calcular su posición. Para conseguir este objetivo, omite el fundamento de las operaciones, pero facilita varios métodos para su resolución, sin omitir las razones asequibles por los principios que pone, que son suficientes para los que no tienen tiempo para adquirir mayores conocimientos. Archer considera que es

una obra para principiantes y escasa, por lo que piensa completarla con un apéndice, en el que recogerá todo lo que resulte ser de utilidad. Proyectaba completar su obra con dos partes más, la segunda “del movimiento de la Nave” dedicada a enseñar el manejo de los aparejos del buque – Navegación a vela y sus maniobras- y la tercera de su “Polemica” para enseñar tácticas y combate naval.

Las tres primeras lecciones, las dedica a explicar los conceptos básicos de geometría, trigonometría y geografía, disciplinas que, por estar conectadas con la navegación, facilitan al alumno la introducción en el estudio de la misma.

La parte náutica la inicia con el cuarteo de la rosa náutica, continúa con la corredera en las que explica su descripción y su uso, en donde adopta referenciando a Jorge Juan el valor de la medida de la división del cordel en 50 pies y 10 pulgadas.

Lección sexta, trata sobre la navegación plana, a través del triángulo elemental de estima expone por procedimientos analíticos el cálculo de las coordenadas geográficas de un punto y la distancia y rumbo navegado. Explica la construcción del triángulo elemental de estima y conocidos rumbo y distancia navegada, calcula por métodos trigonométricos la diferencia en latitud y el apartamiento, plantea y resuelve los problemas por este método y por la escala artificial. También explica y resuelve por métodos trigonométricos el cálculo del rumbo y la distancia navegada conocida la diferencia en latitud entre dos puntos y presenta la construcción de una tabla para consignar de forma ordenada la diferencia en latitud y apartamiento cuando se navega a diferentes rumbos y distancias.

En la lección séptima, se ocupa de la corrección del apartamiento, teniendo una latitud observada que no coincida con la estimada, partiendo de la diferencia en latitud correcta, plantea la corrección del apartamiento por analogías entre el seno y el coseno del rumbo y por la escala artificial. Además de poner numerosos ejemplos resueltos, aconseja que el alumno practique sobre la resolución de los cuatro casos siguientes:

dado el rumbo y la diferencia de latitud para hallar el apartamiento; dado el rumbo y la distancia, hallar la diferencia en latitud y el apartamiento; dada la diferencia en latitud y la distancia, hallar el rumbo y el apartamiento y dada la diferencia en latitud y el apartamiento hallar el rumbo y la distancia. En cada uno de los casos aporta la fórmula para solucionarlo.

En la lección octava, trata sobre la descripción de la carta plana y mediante ejemplos resueltos, la forma de: situar un punto de coordenadas conocidas; el trazado y medida de rumbos; medir distancias, situarse por demoras a dos puntos diferentes de la costa y el cálculo del rumbo de la corriente y su intensidad.

En la lección novena, se ocupa de cómo convertir el apartamiento en diferencia en longitud para lo cual facilita la fórmula trigonométrica y múltiples ejemplos resueltos.

En la lección décima, trata del cálculo de la diferencia en longitud por partes meridionales valiéndose de las tablas construidas por Jorge Juan. Antes de adentrarse en la resolución de problemas explica el manejo de las tablas de partes meridionales sobre el elipsoide de don Jorge Juan del tratado de sus observaciones astronómicas y físicas.

En la lección undécima, trata de la carta esférica y de su construcción mediante la diferencia en latitud y la diferencia en longitud, mientras que la plana se hace con la diferencia en latitud y el apartamiento. También se ocupa de cómo se pasa de una carta esférica a una plana y viceversa y mediante ejemplos resueltos, la forma de: situar un punto de coordenadas conocidas; el trazado y medida de rumbos; medir distancias, situarse y el cálculo del rumbo. Resuelve los problemas utilizando la: geometría, trigonometría, cuadrante de reducción, escalas por las líneas de números y la pantometra.

En la lección duodécima, trata sobre la teoría de astronomía necesaria para la navegación, en la que define: la equinoccial, paralelos de declinación, zenit, horizonte racional, horizonte visible, meridianos, meridiano vertical, meridiano de la hora sexta,

círculos verticales o azimutales, vertical primario, declinación de un astro, altura de un astro, distancia del zenit, altura del polo, altura de la equinoccial, distancia del zenit a la equinoccil, amplitud de un astro, esfera paralela, esfera recta, esfera oblicua y lo que denomina teoremas en donde relacion los conceptos astronómicos explicados.

En la lección decimotercera, se ocupa de los problemas de astronomía necesarios en la navegación en el que trata del procedimiento para calcular la latitud por altura meridiana del astro; antes de adentrarse en los ejemplos explica los casos particulares: el astro en la equinoccial y el astro en el zenit. Establece los signos de los valores que intervienen en el cálculo: latitud, distancia zenital y declinación. También trata sobre el cálculo de la amplitud y el azimut, resueltos por trigonometría y logaritmos.

En la lección decimocuarta, trata sobre la descripción y uso de los instrumentos de tomar alturas más utilizados en la mar: el cuadrante de Adams (Sol), el cuadrante de Davis (Sol) y el octante de Hadley que lo señala como el que más aprecian los prácticos entre los otros octantes construidos, a lo que añade que don Antonio de Ulloa lo explicó en el volumen 1 de su libro *Relación Histórica del viage a la América Meridional* de 1748.

En la lección decimoquinta, se ocupa de las correcciones a aplicar a las alturas observadas para obtener la verdadera. Para obtener la altura verdadera aplica las siguientes correcciones: Refracción astronómica (para alturas inferiores a 30°), paralaje, depresión del horizonte y semidiámetro del Sol, que lo complementa con ejemplos.

En la lección decimosexta, trata de la declinación de los astros, del Sol y del uso y manejo de las tablas de declinación del Sol, reforzándolo con ejemplos.

En la lección decimoséptima, se adentra en las diferentes formas de calcular la variación de la aguja. Entre los cuales están: instante del orto y ocaso de un astro, en este caso da recomendaciones sobre la altura que tiene que tener el Sol en el momento

de calcularla, mediante la toma del azimut y altura de una astro antes de la meridiana y pasada esta, se vuelve a tomar el azimut en el instante que coincida con la altura tomada antes de la meridiana. Comprobación de la variación de las agujas por la sombra y sin ella. Conocida la variación de la aguja, pasar de rumbo magnetito a verdadero y viceversa. Propone ejemplo de cada caso.

En la lección decimoctava, se ocupa de la deriva del navío por el efecto del viento y la forma de corregirla y conocer el rumbo al que se ha gobernado y el que ha marcado la aguja.

En la lección decimonovena, trata del Diario de Navegación, las variables que se deben incluir y forma de cumplimentarlo.

En la lección vigésima, explica el cálculo de las mareas. Antes de adentrarse en el cálculo de la pleamar y bajamar introduce en el cálculo del número áureo y de la epacta.



### 5.13. COMPENDIO DE NAVEGACION (JUAN, 1757)

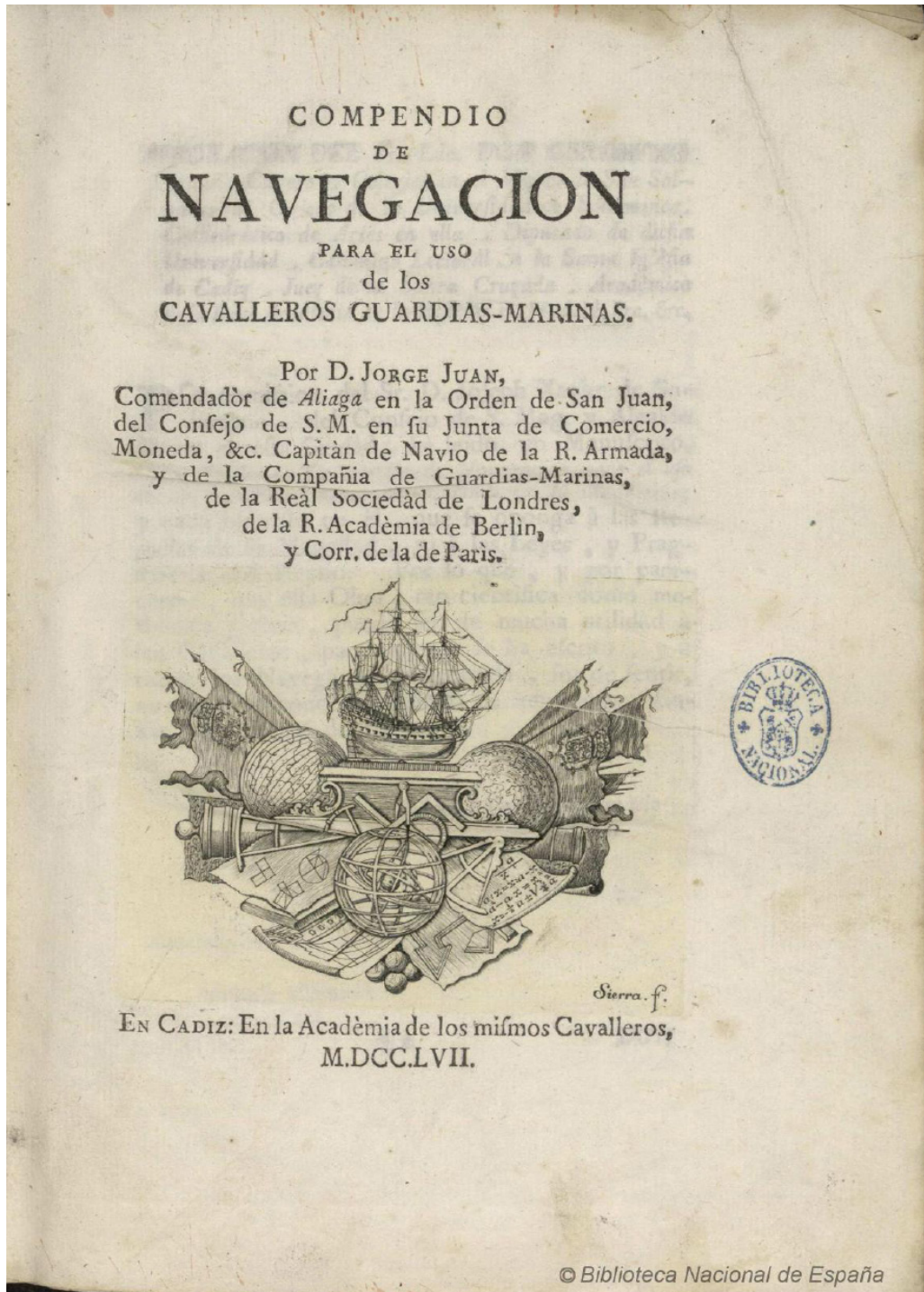


Figura 5.62. Frontispicio del *Compendio de Navegación* de Juan (Cádiz, 1757).

El libro, en formato de 20 cm, consta de 195 páginas en las que al final de la obra en 12 láminas aparecen 69 ilustraciones de buena calidad y una carta de las variaciones que tenía la aguja el año 1744. Así mismo, sin numerar, incluye tablas de: Declinaciones de las estrellas y del Sol; amplitudes de los astros desde 0° hasta 24° de declinación; partes meridionales para los grados y minutos de latitud, desde 0° hasta 90°. Utiliza dos tamaños de letra, para el cuerpo del texto uno mediano con una ocupación de 34 líneas por página, mientras que para nombrar las secciones lo hace con un tamaño mayor. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares que ocupan 2 líneas del texto. Entre las fuentes citadas destacan Mercator, Wright, Nuñez, Halley, Hadley. No se conocen otras ediciones. Otras publicaciones del autor son *Examen marítimo teórico práctico* de 1771, *Estado de la astronomía en Europa* de 1774 junto con Ulloa escribió *Observaciones astronómicas y físicas* [...] en 1748 como resultado de su colaboración en la expedición científica realizada (1735-1744) en el Virreinato del Perú para medir el arco de meridiano.

La obra consta de: dedicatoria, aprobación, censura, fe de erratas, prólogo, no incluye índice y las materias que trata estructuradas en 8 secciones divididas en 333 párrafos y dos apéndices. En las que trata sobre: una breve idea de navegación, la aguja de marear, de la corredera, de las cartas, de la resolución de los problemas de navegación, de las correcciones que se deben hacer en la navegación, el cálculo de la latitud observada y de los instrumentos de tomar alturas, para finalizar con el método de llevar el Diario de Navegación.

El Sr. licenciado Don Gerónimo Ignacio Cavero, colegial en el Mayor de San Salvador de Oviedo de la Universidad de Salamanca, catedrático de Artes en ella, diputado de dicha Universidad, canónigo lectoral de la Santa Iglesia de Cádiz, juez de la Santa Cruzada, académico de la Real Académica de la Historia en Madrid. Emitió su parecer afirmativo sobre la concesión de licencia de impresión del texto, en Cádiz a 6 de mayo de 1757, al considerar que no contenía nada que se opusiese a las regalías de su Majestad, ni a las leyes y pragmáticas del Reino, a la vez que le parecía una obra, “tan científica como methodica y clara”.

También don Joseph Xavier de Solorzano, del Consejo de S. Mag., su ministro honorario de la Real Audiencia de la ciudad de Sevilla, teniente de gobernador y alcalde mayor de esta de Cádiz, juez subdelegado de imprentas, y librerías en ella y su obispado, consideró que la obra no contenía nada contra la fe, era científica y de mucha utilidad. Francisco Pacheco y Guzmán, por mandato de su señoría firmó dicha Censura en Cádiz a 18 de mayo de 1757.

El Sr licenciado don Gerónimo Ignacio Cavero, en cumplimiento de la orden que recibió don Joseph Xavier de Solòrzano, concedió licencia de impresión en Cádiz a 7 de mayo de 1757.

Don Lucas López Barrios por mandato de Fr. Tomás obispo de Cádiz emitió licencia de impresión en el Puerto Real a 13 de mayo de 1757.

Fe de erratas: Anota 13 erratas, que las corrige por página, línea, dice y lee. Las erratas corresponden a errores tipográficos o de ortografía

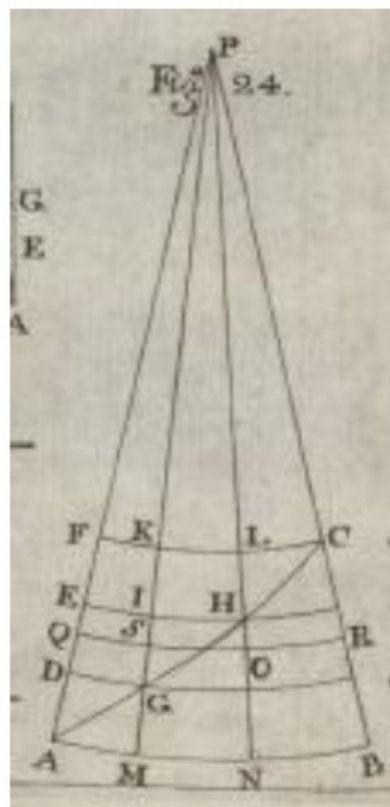
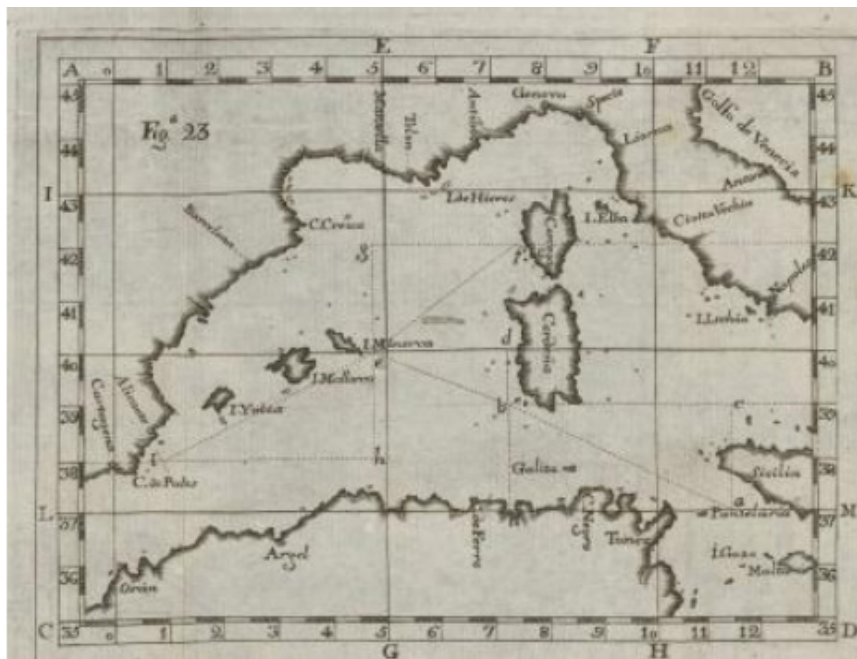
Juan, en el prólogo, antes de adentrarse a describir el contenido de las secciones, expone que va a explicar todo lo necesario para conocer el pilotaje, tanto teórico como práctico, salvo lo que ha sido enseñado en otros tratados. Motivo por el cual este *Compendio de Navegación*, se constituye exclusivamente como un libro de navegación, en el que están ausentes los contenidos teóricos que constituyen la astronomía náutica.

En la sección primera, después de dar la definición de navegación, enumera las ciencias que participan en el conocimiento de la derrota a seguir para desplazarse de un punto a otro, que son: la geografía en la descripción de la Tierra en su aspecto físico, la aritmética, la geometría y la trigonometría que permiten calcular el rumbo y la distancia recorrida, la astronomía para determinar el punto donde se encuentra el buque y la física, así como de la interrelación entre ellas para conseguir el mismo fin.

En la sección segunda describe el uso de la aguja y el cuarteo de la rosa de los vientos. Con respecto a la variación magnética, plantea que esta varía con el lugar y con el tiempo, presenta dos métodos para el cálculo de la variación magnética: por la amplitud de los astros y cuando el Sol corta al vertical primario, ambos valores calculados por trigonometría esférica. Aunque comenta que de ordinario las amplitudes se calculan por tablas, para lo cual las adjunta al final del *Compendio*.

En la sección tercera se ocupa del cálculo de la distancia, se sirve de la ampolleta de medio minuto y la corredera, de la que hace su descripción y uso, adopta el valor de la medida de la división del cordel en 50 pies y de Londres.

En la sección cuarta explica la construcción y uso de los dos tipos de carta que se utilizan en la mar, la plana y la esférica o reducida. Explicado el procedimiento para construir las cartas planas, pasa a detallar como se señala un punto en la carta, marcar el rumbo entre dos puntos, calcular la distancia navegada, así como la representación del punto de fantasía, el de escuadría y el de fantasía y altura. Finaliza los párrafos correspondientes a la carta plana señalando su fácil construcción y uso, a la vez que, remarca los errores en distancia, que se incurren cuando se navega grandes distancias hacia norte/sur, debido a que al representar plana la superficie de la Tierra, el apartamiento es igual en todas las latitudes, cosa que no ocurre así, ya que este va disminuyendo a medida que nos vamos acercando a los polos (véase figura 5.63). Termina la sección explicando los principios que rigen la construcción de la carta esférica, el trazado y medida de rumbos, medida de las distancias, situar los puntos de fantasía, escuadría y fantasía y altura.



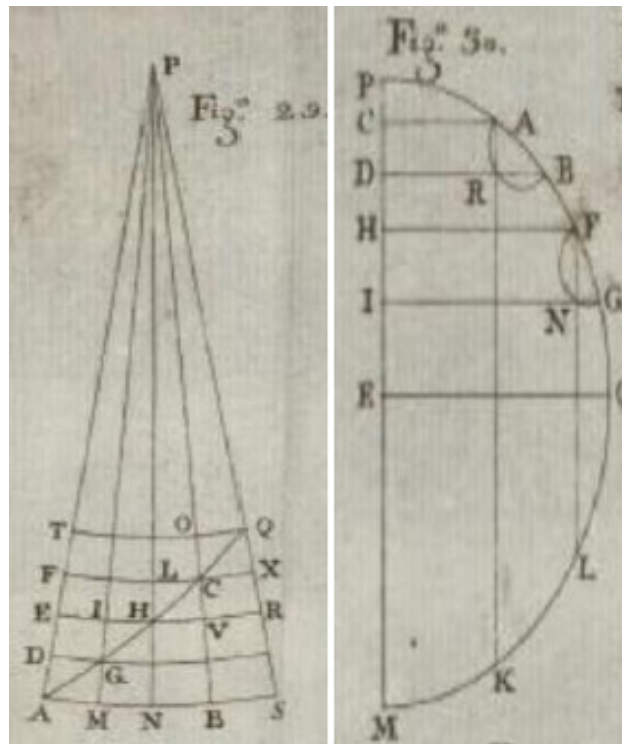
**Figura 5.63.** Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar las diferentes representaciones en la carta y el valor del Apartamiento a medida que nos vamos acercando a los polos. Fuente: Juan, 1757, figs. 23-24.

En la sección quinta se ocupa de la resolución de los problemas de navegación por el “cálculo”. Juan parte de que la mayoría de los problemas de navegación de estima se reducen a la resolución de los triángulos rectángulos. Teniendo en cuenta que su resolución se enseña en la trigonometría por medio de logaritmos o por instrumentos trigonométricos<sup>234</sup> de los que Juan (1757) exceptúa a los logaritmos por considerarlos “[...] algo difufos para la práctica de la Navegacion” (p.71), mientras que aconseja la escala de Gunter, ya que permite resolver los triángulos rectángulos, oblicuángulos y los esféricos. Al disponer de todos estos elementos de resolución de triángulos, Juan considera que no es necesario enseñar a resolver los casos en los que intervienen el rumbo y la distancia, el rumbo y la diferencia en latitud, la latitud y la distancia, la diferencia en latitud y la diferencia en longitud para hallar los datos restantes. Por lo que sólo se centra en enseñar a resolver la longitud o conociendo ésta, hallar el resto. Enumera dos métodos para calcular la longitud, el primero por la latitud media y el segundo por partes meridionales que ya demostró en la construcción de la carta esférica. De la Figura 4.69 (nº 29) deduce el cálculo del incremento en longitud mediante la fórmula  $\Delta L = A \text{ Sec } \textit{lm}$ <sup>235</sup>. Basándose en la proposición “Los cofenos de dos Latitudes, en diferencias de Latitud iguales, tienen mayor razón entre sí en las mayores Latitudes, que en las menores” (Juan, 1757, p.74), considera que es un método para calcular el erróneo y lo demuestra mediante la figura 5.64 (nº30). Este error es despreciable, si la diferencia en latitud no es muy grande y la navegación no se realiza por latitudes muy crecidas.

---

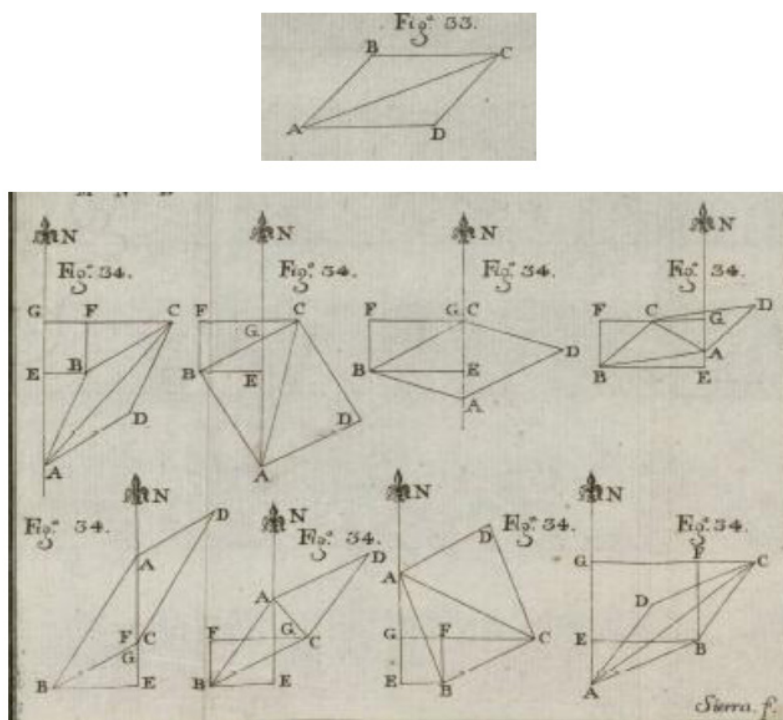
234 Cuadrante, Escala-plana, y de Gunter, Pantómetra, Tablas, Sacabuches, etc.

235 En la que  $\Delta L$  = Diferencia en longitud,  $A$  = Apartamiento,  $\textit{Sec}$  = Secante,  $\textit{lm}$  = latitud media.



**Figura 5.64.** Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar el cálculo del valor del y del error que se incurre al tomar ese valor. Fuente: Juan, 1757, figs. 29-30.

En la sección sexta resuelve los problemas de navegación por el cálculo mediante la trigonometría y la física aplicada, realizando las correcciones correspondientes a los efectos ocasionados por la acción del viento (abatimiento) y por los debidos a los efectos de la corriente (deriva), apoyándose gráficamente en los dibujos de la figura 5.65.



**Figura 5.65.** Figuras empleadas por Juan (1757) para ilustrar las correcciones que se deben hacer en la navegación. Fuente: Juan, 1757, figs. 33-34.

Continúa en la misma sección con las correcciones que se realizan en la navegación cuando no concuerda la latitud observada con la situación estimada, clasificándolas en tres casos: el primero supone exactos la latitud observada y el rumbo, achacando todo el error a la distancia navegada; la segunda consiste en suponer exactos la latitud observada y la distancia, achacando todo el error al rumbo y la tercera consiste en un intermedio entre la primera y la segunda, en los rumbos cercanos al norte/sur corrige la distancia, en los cercanos al este/oeste se debe corregir el rumbo, en los rumbos intermedios se deben corregir rumbo y distancia.

La sección séptima se ocupa de las observaciones de la latitud y de los instrumentos con los que se observa.

Aunque se refiere al astrolabio, la ballestilla y los cuadrantes, lo hace como instrumentos que antecedieron al octante, “Ultimamente en los años de 1733 y 34, falió à la luz un Semi-quadrante ù Octante con espejos, que conducen los rayos del Astro por reflexion, y es



el mas perfecto, que hasta ahora se ha inventado [...]” (Juan, 1757, pp. 137-138). En el texto sólo explica el cuadrante de Davis y el octante, así como el procedimiento para observar los astros con estos instrumentos. Sobre el octante, realiza un estudio que Selles (2000) lo resalta con las siguientes palabras: “Pero lo que destaca con diferencia, es su estudio del octante de Hadley, instrumento con el que trabaron conocimiento él y Ulloa en la expedición geodésica, [...]”. p (107). Después de explicar cómo se deben realizar las observaciones, pasa a las correcciones que hay que aplicar a las alturas observadas, que son: depresión (elevación del observador), refracción, paralaje y en el caso del Sol también por semidiámetro.

La última sección la dedica al modo de llevar el Diario de Navegación, del que da la siguiente definición “es un quaderno ò libro, en que fe lleva la cuenta y razón del camino que hace la Nave; [...]” (p.175), y estructura como se ve en la figura 5.66.

H	M	B	R	V	A
2					
4					
6	5	3	SO 20° O	N	
8	6	2			
10	6				
12	5				
2	6				
4	6				
6	6	5			
8	4		SO 10° O	NO ¼ O	8°
10	5				
12	4		SO 20° O	NO	12°

A las 6 de la mañana nos hicimos à la vela con viento N.

A las 4 de la tarde la Punta de San Sebastian demoraba al NE 15° E, Distancia 12 millas.

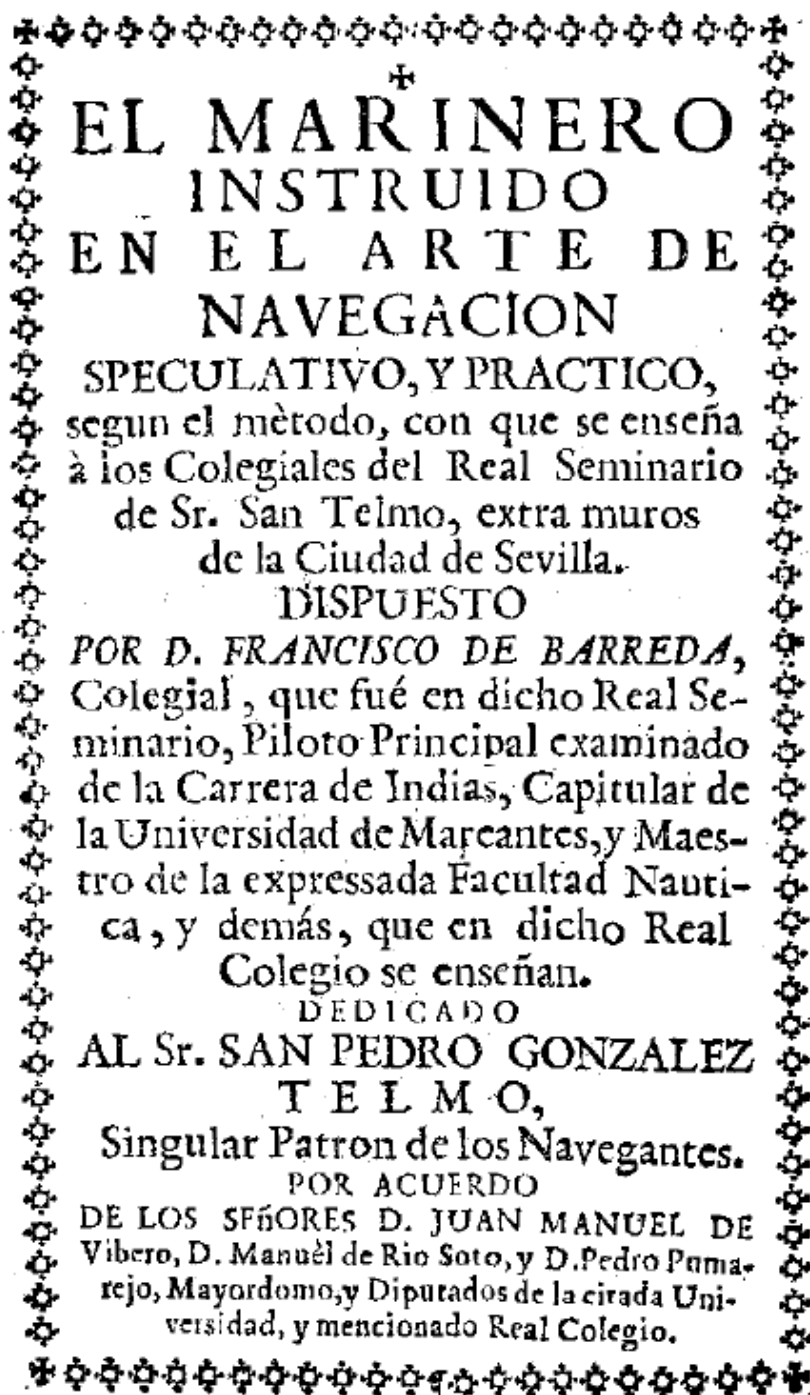
Al ponèr el Sol se marcò ù observò su Amplitud de 35°.

Figura 5.66. Diario de navegaci3n<sup>236</sup>. Fuente: Juan 1757, p. 177.

236 Las abreviaturas del Diario corresponden a los siguientes significados: H la Hora; M Millas; B Brazas, que ademàs de una o màs millas justas, sacaba la corredera por hora; R Rumbo; V los vientos que ocurrieron en el intervalo horario.

A continuación de las tablas, en páginas con numeración independiente, adjunta dos apéndices. El primero trata sobre el modo general de deducir el rumbo y la distancia directa cuando se navega a varios rumbos, suponiendo que las distancias navegadas formen ángulos pequeños entre sí. En el segundo apéndice, demuestra geoméricamente los errores en que se incurren al realizar las correcciones que se realizan al no coincidir la latitud observada con la estimada, por lo que acaba concluyendo, que lo más acertado, es abandonar la práctica de tales correcciones.

5.14. *EL MARINERO INSTRUIDO* (BARREDA, 1765)



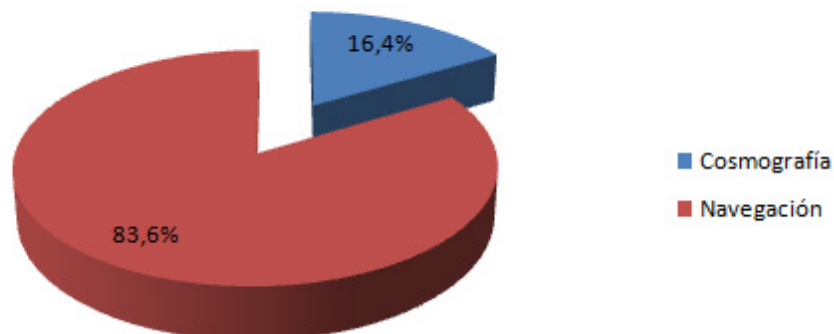
© Biblioteca Nacional de España

Figura 5.67. Frontispicio del *Marinero Instruido* de Barreda (Sevilla, 1765).

El libro, en formato de 30 cm, consta de 411 páginas, en las que al final de la obra aparecen 49 ilustraciones de buena calidad. Al final del texto, en páginas sin numerar incluye las siguientes tablas: de las declinaciones del Sol, de las amplitudes del Sol, de la hora del orto y del ocaso del Sol y de las latitudes y longitudes de los lugares de la costa de España y de las Américas, arregladas sus longitudes al meridiano de la isla de Tenerife. Utiliza dos tamaños de letra, para el cuerpo del texto uno mediano con una ocupación de 28 líneas por página, mientras que para nombrar los capítulos lo hace con un tamaño mayor. El inicio de cada capítulo lo hace mediante letras capitulares que ocupan 2 líneas del texto. Entre las fuentes citadas destacan Cedillo, Sánchez Reciente, Feyjoó, Gallucio, el Padre Josep Zaragoza, Tosca, Arquímedes, Américo Vespucio, Jorge Juan, Hadley, Fernández Dávila, Carranza, Josepb Bueno, Euclides, Antonio Hugo, Fernández de Medrano. Este texto fue reeditado en Sevilla. En la oficina de Vázquez, Hidalgo y Compañía, 1786. Otras publicaciones del autor son *El arithmetico inferior, especulativo, y practico*, 1770; *Puntual, Veridica Topographica descripcion, del famoso puerto y ciudad de San Cristoval de la Habana, en la Isla de Cuba*, s.f; *Extracto en forma de dialogos, para la más pronta educación de los colegiales de San Telmo de Sevilla, sobre la Aritmética, Geometría, y Trigonometría plana y esférica*, s.f.

El cuerpo de la obra está constituido por dedicatoria al señor San Pedro, prólogo, décima, licencia del señor provisor, licencia del señor juez y por las materias que trata, estructurada en tres partes, la primera en 6 capítulos contiene todo lo necesario sobre la esfera terrestre y celeste, la segunda en 4 capítulos trata sobre los instrumentos y la tercera con 5 capítulos se ocupa del cuadrante de reducción, cartas de navegar, forma de levantar un plano y las operaciones más frecuentes de la navegación, distribuidas por materias como se indica en la figura 5.68.

### Composición porcentual del texto por materias



**Figura 5.68.** Composición porcentual del *Marinero Instruido* de Barreda (1765) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

El libro va dedicado al Sr. San Pedro González Telmo, singular patrón de los navegantes. La dedicatoria finaliza con un acróstico.

El prólogo lo inicia realizando un circunloquio sobre la invención del buque y todos los adelantos que ha sufrido a lo largo de los años, gracias a la geometría, la aritmética, la estática, la arquitectura naval y civil, la hidráulica, la táctica naval, la máquina de guerra y la artillería, lo que empequeñece cualquier otro invento. Unido al “Arte Nautica” ha permitido descubrir nuevos mundos. A partir de ahí hace una breve historia de los descubrimientos realizados, de la evolución de la formación de los pilotos, la fundación del Colegio de San Telmo de Sevilla, los profesores que en él enseñaron y las obras que escribieron dedicadas a la formación de los pilotos. También hace referencia a su *curriculum*. Finaliza describiendo la composición y partes de la que consta el libro.

El maestro del noble arte de primeras letras don Pablo Rodríguez González en elogio de la obra le dedicó una décima.

Licencia del señor provisor. El licenciado D. Joseph de Aguilar, y Cueto, Racionero Entero en la Sta. Iglesia Metrop. Y patriarcal de esta ciudad de Sevilla, Gobernador, provisor, y vicario general de ella, y su Arzob. Por el Emo. Sr. D. Francisco por la Divina Misericor-

dia de la Sta. Romana Iglesia; Presb. cardenal de Solís, azobispo de ésta dicha ciudad, y arzobispado del Consejo de su Majestad mi Señor. Por no encontrar nada contra la fe y las buenas costumbres, por comisión del licenciado D. Joseph de Aguilar, y Cueto, concede censura el P. D. Domingo Morico, Presb. de la Casa Oratorio del Sr. Felipe Nori de esta ciudad, lo firma en Madrid a 8 de enero de 1766. Bajo la fecha, en letra cursiva aparece, Licd. D. Jph. de Aguilar y Custos, por mandato del Sr. provisor, Agustín de Loayez.

Licencia del señor juez. El licenciado don Vicente de Varaez, caballero del Orden de Santiago, del Consejo de S.M. su oidor en la Real Audiencia de ésta ciudad, juez subdelegado de las imprentas, y librerías de ella, y su partido. De acuerdo con la censura que por comisión del licenciado don Vicente de Varaez, ha dado D. Juan Manuel de Porres, brigadier de los ejércitos, y teniente general, que ha sido de la artillería, inspector de la Real Academia de Matemática, de la ciudad de Cádiz y comandante de los departamentos de la misma artillería de Andalucía y Valencia, por no contener nada contra las buenas costumbres y pragmáticas de S.M. Dada en Madrid a 8 de noviembre de 1765. Bajo la fecha, aparece, D. Vicente de Varaez, por mandato de su señoría, Juan Tortolero.

En la primera parte, siguiendo la misma línea que sus antecesores en el Colegio de San Telmo, trata sobre la esfera, pero en la parte correspondiente a la cosmografía no incluye: la rosa de los vientos, los cuatro términos de la navegación, ni la carta plana y el globo.

En la segunda parte, se ocupa de los cuatro términos de la navegación (rumbo, distancia, latitud y longitud). En el correspondiente al rumbo, trata sobre la descripción y uso de la aguja, como cuartear la rosa de los vientos y pasar a grados y minutos, de la variación de la aguja, y su corrección por amplitud del Sol por dos métodos: tablas y trigonometría, también los hace por el azimut verdaderos del Sol calculado por trigonometría. Explica el abatimiento y forma de corregirlo, así como corregir el rumbo por efecto conjunto de la variación y el abatimiento.

Para el cálculo de la distancia, se sirve de la la ampolleta y la corredera, de la que hace su descripción y uso, adopta, referenciando a Jorge Juan, el valor de la medida de la división del cordel en 50 pies y 10 pulgadas.

Refresca la definición dada en la primera parte de la latitud y explica cómo se calcula mediante la declinación del astro y la altura tomada con: astrolabio, ballestilla, cuadrantes y el octante de Hadley, así como de las correcciones a aplicar a la altura observada para convertirla en verdadera, que son: depresión (elevación del observador), refracción, paralaje y en el caso del Sol añade por semidiámetro. Realiza la descripción, como se comprueban, procedimientos a seguir para lo observación del Sol con estos instrumentos, los signos de los valores de la latitud y la declinación y los casos especiales para obtener la latitud al pasar los astros por el meridiano superior e inferior. Al explicar el cálculo de la latitud por la Polar, primero enseña como reconocerla mediante la guarda delantera y adjunta una tabla de lo que se añadirá o quitará a la altura obtenida en función del rumbo a que demore la guarda.

En cuanto a la longitud, referencia las Gacetas de los últimos años para explicar el estado del cálculo de este término y los estudios que van realizando los franceses e ingleses, por la Gaceta de 16 de abril de 1765, da conocimiento de los experimentos y resultados obtenidos por Harrison, todavía no decisivos, con su cronómetro. Asegura que el método más seguro para calcular la longitud es mediante el rumbo, la distancia y la latitud, aunque tiene en cuenta los errores que puede tener. Combinando los cuatro términos de la navegación, obtiene los siguientes puntos que se echan en las cartas: punto de fantasía, de fantasía y altura, de escuadría, de latitud y longitud, de rumbo y longitud y de distancia y longitud.

En la tercera parte se ocupa del cuadrante de reducción construcción y uso, de la forma de resolver los puntos que ocurren en la navegación, enumerados en la parte segunda de este texto, sus correcciones y formas de situarlo en la carta. Describe la carta plana y la esférica y formas de levantar un plano. En cuanto a la navegación de estima, trata de la derrota loxodrómica y resolución de los problemas, que mediante dos términos permiten conocer los otros dos.

5.15. *SUITE DU COURS DE MATHÉMATIQUES* (BEZOUT, 1781)

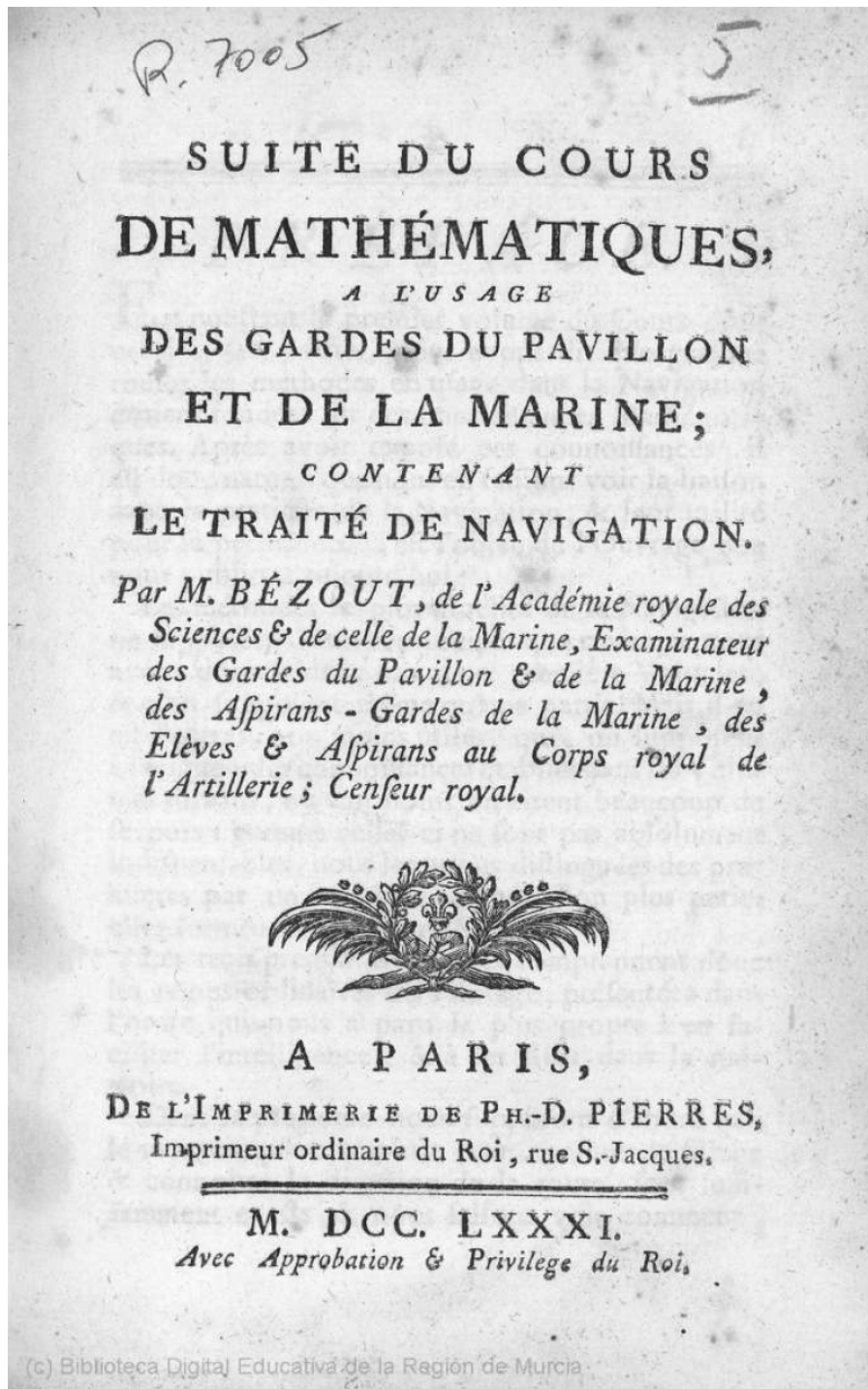


Figura 5.69. Frontispicio de *Suite du Cours de Mathématiques* de Bézout (Paris, 1781).



El libro, en formato de 21 cm, consta de 317 páginas, en las que al final de la obra aparecen 69 ilustraciones, 2 cartas, 1 cuadrante de reducción, representación del hemisferio Boreal y del Austral, con buena calidad de imagen. Utiliza dos tamaños de letra, para el cuerpo del texto uno mediano con una ocupación de 30 líneas por página, mientras que para los epígrafes lo hace con un tamaño mayor. Entre las fuentes citadas destacan Chabert, Halley, l'Abbé Rochon, M. de Chatnieres, Bouguer. El Cours de mathématiques, à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine constaba de 6 volúmenes, París, 1764-66, 1770-72, 1781-84, 1787-89; segunda edición Cours de mathématiques, à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine et des élèves de l'École Polytechnique, 6 volúmenes, París, 1798-99, 1800-03; tercera edición Cours de mathématiques, à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine et des élèves de l'École Polytechnique, 6 volúmenes, aumentando por Garnier, 1809.

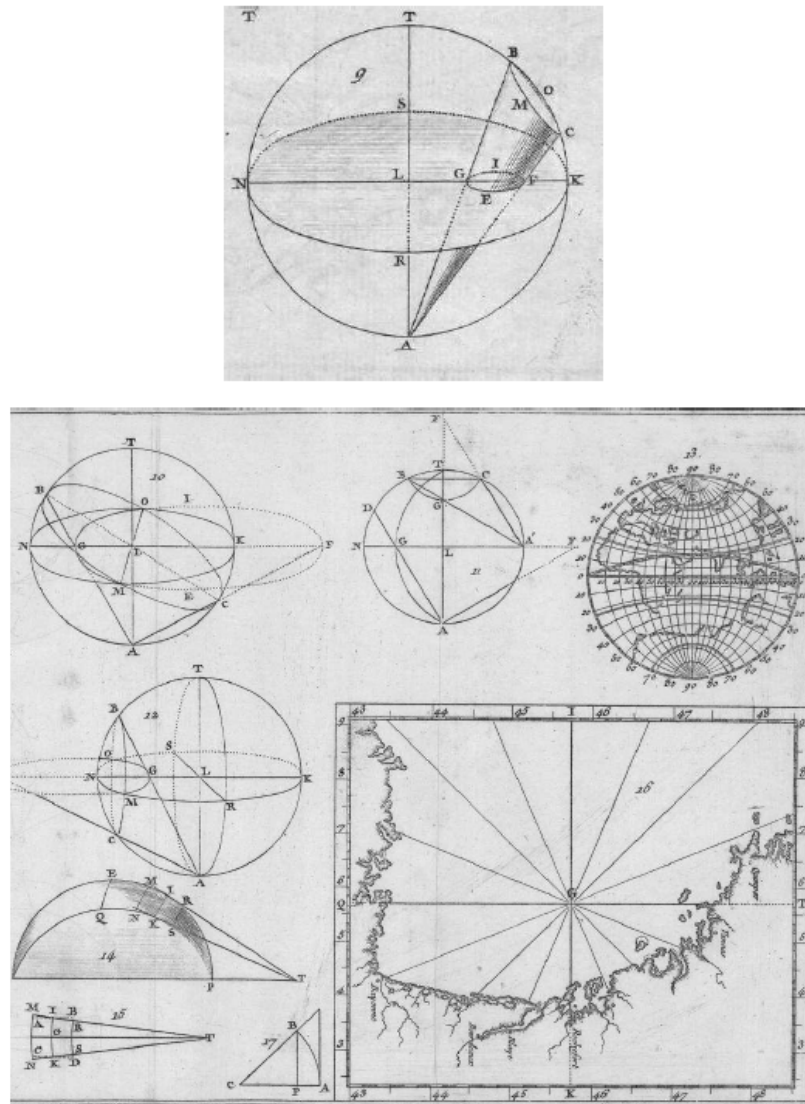
La obra consta de: Licencia de impresión, prólogo y por la materia que trata, consta de 4 secciones. En La primera sección trata sobre los conocimientos necesarios para la construcción y el uso de las cartas náuticas, en la segunda se ocupa de los conocimientos sobre astronomía de posición, en la tercera del uso de conocimientos previos en la navegación, en la cuarta, concreta algunos conceptos de las secciones anteriores. El conjunto del texto está distribuido por materias de acuerdo con la figura 5.70.



**Figura 5.70.** Composición porcentual de *Suite du Cours de Mathématiques* de Bézout (1781) por materias (% del total de páginas). Fuente: Elaboración propia.

Extracto de los registros de la Real Academia de Ciencias. Después de los informes realizados sobre el texto escrito por M. Bézout por los Sres. Duhamel, y D'Alambert, la Academia juzgó que esta obra merecía la impresión. Granjean de Fouchy, Secr. Perp. Ac. R. de Ciencias, dando fe, firmó el certificado en París el 6 de septiembre de 1769.

En la primera sección enseñan los métodos principales para resolver los problemas de la navegación. La inicia definiendo el concepto de pilotaje como aquel que tiene por objetivo determinar en cada momento la posición del buque en la mar y la dirección que debe seguir para llegar a un punto concreto. La clasifica en dos tipos de “cabotaje” que es la que se hace de cabo a cabo, basada en el conocimiento del medio, consecuentemente fundamentada en la experiencia, y la de “altura” es la que se hace fuera de la vista de la costa y se utilizan la altura de los astros para guiarse. Ambas tienen un denominador común, plasmar la situación del buque en la carta. Antes de empezar a tratar sobre la carta se ocupa de la esfera celeste y sus principales círculos, explica la esfericidad de la Tierra, define los principales círculos de la esfera celeste, las coordenadas terrestres, la conversión de arco a tiempo, como paso previo para adentrarse en la construcción y uso de las cartas, de forma particular en las cartas reducidas empleando métodos aritméticos y geométricos en la explicación de su construcción (véase figura 5.71).



**Figura 5.71.** Figuras empleadas por Bézout (1781) para ilustrar las correcciones que se deben hacer en la navegación. Fuente: Bézout (1781), figs. 9-17.

En cuanto al rumbo, trata sobre el cuarteo de la rosa de los vientos, generalidades sobre la aguja de marear, el magnetismo, la variación magnética y sus valores en función del lugar geográfico por donde se navega y la corrección del rumbo por el efecto del viento. Para calcular la distancia navegada, se sirve de la ampollita y la corredera, de la que hace su descripción y uso, adopta el valor de la medida de la división del cordel en 47 pies y medio.

Describe el uso del cuadrante inglés y el octante, así como las correcciones a aplicar para convertir las alturas observadas en verdaderas (paralaje, depresión del horizonte, refracción y semidiámetro).

En el cálculo de la latitud por altura meridiana, pone la altura en función de la distancia zenital y establece los signos de los valores que intervienen en el cálculo: latitud, distancia zenital y declinación y los casos en que la distancia zenital y la declinación se suman o se restan para obtener el cálculo de la latitud al paso de un astro por el meridiano superior. En el caso que no se pueda observar la meridiana, propone calcular la latitud por dos observaciones a un astro conocido en dos instantes diferentes, con un intervalo mínimo entre observaciones de una hora y media. Tomadas las dos alturas y los instantes en que se tomaron, construye dos triángulos esféricos, en los que, una vez corregidas las alturas por elevación del observador, refracción y semidiámetro y la declinación del Sol calculadas mediante tablas, construye dos triángulos esféricos, en los que cuenta como datos: la codeclinación, la distancia zenital y el intervalo horario, que resuelve de acuerdo con las fórmulas de trigonometría esférica que relaciona dos lados y el ángulo comprendido, explicadas en el apartado 361 del libro de geometría y trigonometría esférica de Bézout, con las que obtiene la latitud observada. Advierte que, en el caso descrito, además de los errores que se pueden cometer en la toma de las alturas, está sometido al error que se puede incurrir en el intervalo de tiempo entre las dos observaciones que cada segundo de tiempo responde a 15» de grado en el valor del ángulo. También propone el cálculo de la latitud mediante dos alturas observadas simultáneamente a dos astros conocidos y determinar la latitud sin la ayuda de la declinación observando tres alturas de la misma estrella sacadas del meridiano por los intervalos de tiempo entre las observaciones, aunque este método está sujeto a las mismas dificultades que el anterior.

Para el cálculo de la longitud, describe tres métodos: por las cartas de la variación magnética, por cronómetros y por la observación de cualquier fenómeno celeste. Para

calcular la longitud a partir de la variación magnética, la fundamenta en la carta isógona de Halley, en la que los lugares en las que pasaban por una misma isógona tenían la misma longitud, advierte que es un método de determinación de la longitud poco seguro.

## 5.16. RESULTADOS

En este epígrafe presentaremos los resultados de los aspectos generales de los textos analizados en el que destacaremos la presentación física, el contenido intelectual y como evolucionaron durante el periodo de estudio.

En lo que se refiere a la presentación física de los textos, se han evaluado aquellos aspectos que las limitaciones de utilizar sus reproducciones nos han permitido. Las dimensiones de los textos no siguen un criterio común, oscilan entre los 30,5 cm de García de Céspedes (1606) a los 15 cm de los textos de Cedillo (1717, 1745). Excepto los textos de García de Céspedes (1606) y el de Barreda (1765) que están en formato de folio menor, el resto de los autores presentaron sus textos en las distintas variedades de tamaños del “cuarto” y del “octavo” que Ibáñez (2000) citando a Martínez de Sousa, considera que son los tamaños adecuados para los textos de estudio. Del análisis realizado, se desprende que el tamaño de los textos nada tiene que ver con la época en la que se escribió, pero si la tipografía empleada ya que, los textos de Fernández de Enciso (1519), Faleiro (1535), Medina (1545, 1552) y Cortés (1551) guardan similitud con las labores manuscritas. En general podemos decir que la tipografía empleada es la adecuada.

En cuanto al contenido intelectual, la trayectoria profesional de la mayoría de autores está marcada por su pertenencia a la Casa de Contratación desempeñando los cargos de piloto mayor, catedrático de Navegación o cosmógrafo, los vinculados a las Escuelas de Náutica y a los Colegios de San Telmo como maestros y los dedicados a

la enseñanza militar. Entre los que destacan: Andrés García de Céspedes en el que en su texto, la ciencia se abría paso en el Arte de Navegar, autor de otras obras sobre instrumentos de navegación; Pedro Manuel Cedillo por su labor pedagógica tanto como tratadista de obras náuticas como de maestro de matemáticas en el Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla desde donde pasó a la Academia de Guardiamarinas de Cádiz, como profesor para posteriormente llegar a ser su director y Miguel Archer por lo que significó su plan de estudios establecido en la Escuela de Náutica de Bilbao en 1742 y la edición de su libro en 1756. Las recensiones que se conocen de las obras de los autores analizados son favorables a excepción de la de Barreda.

El mayor número de reediciones/reimpresiones se dan en las obras de Medina (1545, 1552) y en la de Martín Cortés (1551) que incluso fueron traducidas al francés y al inglés.

En cuanto a los factores internos que afectan a los elementos constitutivos, no todos los textos cumplen con los preceptos de la legislación en materia de impresión que estuvieron en vigor durante la Edad Moderna en España cuyo fin era intervenir el contenido del libro mediante el privilegio de impresión, la censura y la tasa. El privilegio de impresión lo cumplen todos los textos a excepción del de Cortés. En cuanto a la censura la contienen los libros de Cedillo (1717, 1745), Sánchez Reciente (1749), el de Barreda (1765) y el de Juan (1757). En lo que se refiere a la tasa, aunque se especifica que se tase, frecuentemente no aparece el precio final al que ha de venderse el texto. Cuentan con fe de erratas los textos de García de Céspedes (1606), Archer (1756) y Juan (1757).

Todos los autores incluyen al inicio de la obra un prólogo en el que explican con más o menos detalle, lo que les mueve a escribir la obra, a quien va dirigida y su contenido. Los autores utilizan indistintamente el prólogo o el cuerpo de la obra para citar sus fuentes, el único autor que no las cita es Faleiro (1535).

Los autores, a excepción de Poza (1585), hasta García de Céspedes (1606) incluyen en sus obras imágenes de buena calidad intercaladas en el texto como herramienta de aprendizaje. Por otra parte, Cedillo (1745) fue el primer autor de los estudiados que las presentó en láminas al final del texto, guía que siguieron el resto de autores estudiados.

Para analizar la cobertura temática de los textos, solo hemos tenido en cuenta aquellas materias que se incluyen dentro del paginado del texto, por lo tanto, las láminas de dibujo como las tablas útiles para la navegación que no están paginadas, no figuran en la tabla 5. 1.

Los autores abordan el contenido de su obra de “Pilotage” desde cuatro ópticas diferentes, situando su punto de convergencia en la materia Navegación. Tratan sobre Cosmografía, Navegación y Derrotero: Fernández Enciso (1519), Poza (1585) y García de Céspedes (1606); sobre Cosmografía y Navegación: Faleiro (1535), Medina (1545, 1552), Cortés (1551), Zamorano (1581), Cedillo (1717, 1745), Sánchez Reciente (1749), Barreda (1765) y Bezout (1781), sobre Cosmografía Navegación y Fundamentos de matemáticas: Archer (1756) y Juan (1757) solo lo hace sobre Navegación. En cuanto al peso de cada materia sobre el total de la obra no se puede establecer una generalidad ya que varía por autores. Así, en la obra de Fernández de Enciso (1519) y Poza (1585) la materia con más extensión corresponde al Derrotero, en las de: Cortés (1551) y Medina (1552) corresponde a la Cosmografía, mientras que en el resto de los autores predomina la Navegación.

**Tabla 5.1.** Composición porcentual de los textos por materias (% del total de páginas).  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Autor</b>	<b>Cosmografía</b>	<b>Navegación</b>	<b>Derrotero</b>	<b>Tablas</b>	<b>Apéndices</b>	<b>Matemáticas</b>
Fernández de Enciso (1519)	9,6	5,5	69,9	15	-	-
Faleiro (1535)	50	50	-	-	-	-
Medina (1545)	9,8	67,2	-	23	-	-
Cortés (1551)	57,3	40,9	-	1,8	-	-
Medina (1552)	52,2	30,4	-	17,4	-	-
Zamorano (1581)	17,4	69,4	-	13,2	-	-
Poza (1585)	5,5	12,4	78,2	3,9	-	-
García de Céspedes (1606)	3,6	53,4	36,2	6,8	-	-
Cedillo (1717)	13,2	58,4	-	17,9	10,5	-
Cedillo (1745)	44,6	55,4	-	-	-	-
Sánchez Reciente (1749)	21,1	78,9	-	-	-	-
Archer (1756)	6,7	43,3	-	25,8	-	24,2
Juan (1757)	-	100	-	-	-	-
Barreda (1765)	16,4	83,6	-	-	-	-
Bezout (1781)	30,3	69,7	-	-	-	-



El análisis de la cobertura temática realizado nos ha permitido delimitar como se han estructurado las obras estudiadas, en la que predomina la línea general de diferenciar la parte correspondiente a Cosmografía de la de Navegación, aunque algunos autores como Fernández de Enciso (1519) las trate sin solución de continuidad, haciendo un todo, junto con el derrotero, así mismo, los autores en la exposición de los temas, con la excepción mencionada se han apoyado en ilustrar con imágenes sus contenidos. En cuanto al contenido de las obras, se experimentan dos grandes cambios la que encarna García de Céspedes (1606) en la que introduce en su obra la matemática aplicada a través de la utilización de los Elementos de Euclides y la trigonometría esférica en las demostraciones de los casos y la de Archer (1756) que presenta una obra totalmente alejada de la línea de las escritas por Cedillo (1717, 1745), a la vez que introduce el estudio del octante en su obra que, por otra parte, ya se venía estudiando en la Escuela de Náutica en Bilbao desde 1742 (véase capítulo 3).

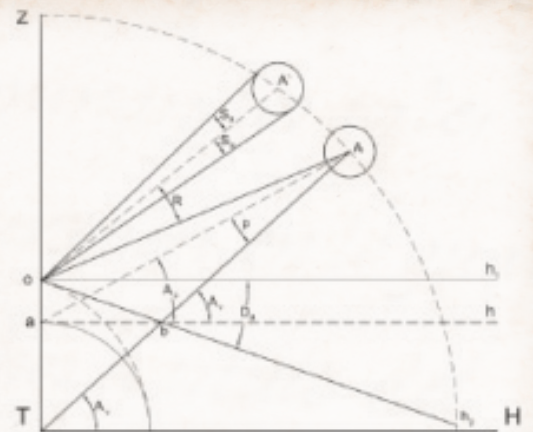
Para finalizar, de acuerdo con el periodo que se editaron las obras y teniendo en cuenta la cronología de los hitos expuesta en el capítulo 2, además de otros adelantos de ayuda a la navegación que se inventaron durante esta época de estudio como la corredera, el cuadrante de Davis y el cuadrante de reducción queda patente de forma general, que estos adelantos se incorporaron tarde a los textos de “Pilotage” empleados en la formación de los pilotos españoles.



## CAPÍTULO 6.

# INDICADORES PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA EN LOS TEXTOS SELECCIONADOS

**DEFINICION.**  
**N**AUTICA, ES LA CIENCIA QUE enseña à conducir un Navio de un Lugar à otro sobre las aguas; lo que se adquiere mediante el conocimiento de varias partes de la Mathematica.





## **CAPÍTULO 6. INDICADORES PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA EN LOS TEXTOS SELECCIONADOS**

En este capítulo vamos a evaluar los indicadores establecidos en el apartado de metodología de la introducción de esta memoria, compuestos por: Definición de Náutica/Navegación, correcciones a las alturas observadas, trigonometría esférica y logaritmos (Matemáticas) e instrumentos de reflexión (octante). La evaluación la realizaremos según la señalada para los aspectos concretos por Ibáñez y Llombart (2001) y siguiendo el orden cronológico de los textos.

El análisis de los aspectos generales de los textos realizado en el capítulo anterior, nos ha permitido determinar de antemano el instante en que aparecen los indicadores que vamos a evaluar y cómo han evolucionado.

En los primeros textos del corpus de “Pilotage” no encontramos definiciones de Náutica/Navegación. Medina cuando se refiere a la navegación en sus textos de (1545 y 1552) lo hace con parecidas referencias “Una es que para tan grande atrevimiento como es andar los hombres sobre la mar” (proemio, s.n). En el texto de Cortés (1551) es el primero de los autores estudiados que da una definición de Náutica/Navegación al que seguirán Zamorano (1581), Cedillo (1717, 1745), Sánchez Reciente (1749), Archer (1756) y Juan (1757).

En los siglos XVI, XVII y en la mayor parte del XVIII, la navegación se siguió clasificando como “arte”, hasta el momento que, para realizar la determinación de la situación a bordo, se dejó atrás la aplicación de reglas matemáticas directas memorizadas, y en los métodos de cálculo se auxiliaron de tablas logarítmicas y especiales, instrumentos de reflexión y cronómetros (García Franco, 1947, vol. 2), momento en el cual la navegación adquirió la categoría de ciencia.

En lo que se refiere a las correcciones a las alturas observadas, a pesar de conocerse desde el siglo II a. de J.C., empezaron a utilizarse por los pilotos en el Siglo XVIII, siendo el de Cedillo (1745) el primero de los textos seleccionados que las incorporó.

En cuanto a la trigonometría esférica, aunque García de Céspedes la utiliza de forma normal en su *Regimiento de navegación* (1606), constituye un hecho atípico entre los textos de navegación de la época, tanto es así, que hasta el *Tratado de la cosmographía y náutica* (1745) de Cedillo, no volverá a aparecer en los textos seleccionados, esta vez acompañado de los logaritmos, al igual que en los textos de Archer (1756), Juan (1757) y Barreda (1765).

El octante, a pesar de ser un instrumento de reflexión inventado en 1731, no apareció en los textos seleccionados hasta 1756 que lo incorporó Archer en sus *Lecciones náuticas*, pero como hemos visto en el capítulo 3 de esta memoria, ya lo venía explicando desde 1742 en la Escuela de Náutica de Bilbao.

Por la propia dinámica de la incorporación de los indicadores en los textos seleccionados, se quedan fuera de la evaluación los de Fernández de Enciso (1519), Faleiro (1535), Medina (1545, 1552), Poza (1585). Tampoco se analiza el de Bezout (1781), debido a que incluye todos los elementos constitutivos de la navegación astronómica científica, por lo que el texto queda fuera del análisis ya que podría desvirtuarlo.

## 6.1. DEFINICIÓN DE NÁUTICA/NAVEGACIÓN

En el capítulo correspondiente a la carta de marear Cortés (1551) da una sencilla y breve definición de Navegación en la que relaciona el desplazamiento de un punto a otro sobre las aguas, a la vez que la considera como una de las cuatro cosas complicadas que escribió el Rey Alfonso X el sabio. A lo que añade, la diferencia entre hacer una ruta terrestre y otra marítima.

Habrá que esperar a Zamorano (1581) para tener una definición más completa en la que ya establecía la división entre teórica y práctica:

División de toda la Arte de Navegar. Toda la Arte con que se navega por derrotas y alturas, fe divide en dos partes principales, Teorica, y Pratica. La Teorica da el conocimiento de la computura de la Esfera del mundo en general: y en particular enfeña el numero, figura y movimiento de los cielos, pincipalmente del primer mobil, noveno, octavo, quarto, y primer cielo: la figura cantidad y fitio de los Elementos, principalmente tierra y agua: y los círculos que en esta Esfera fe imaginan, fin cuyo conocimiento es imposible navegarfe. La pratica enfeña la fabrica, compoficion y ufo de los infrumentos que en la navegación firven, qual es el Astrolabio, Balleftilla, Aguja y Relox, con el regimiento del Sol y dela Eftrella, las reglas dela Luna y delas mareas, y la declaracion dela carta, con otras cofas a esto pertenecientes. (fol., s.n)

La división de la navegación, en teórica y práctica, se siguió manteniendo durante todo el periodo. Ya en siglo XVIII, Cedillo (1717, 1745) definió navegación como: “La Arte de Navegar, que en Griego Latinizado fe dize Nautica, es la que enfeña á dirigir, y llevar ordenadamente las Naves de unos puertos a otros por la fuperficie del agua. Divide esta en Theorica y Practica.” (p. s.n).

Sánchez Reciente (1749) mantiene en la definición el concepto de Arte y su división en teórica y práctica, reservando la teórica al estudio de la cosmografía, la hidrografía y las demostraciones para la fábrica de instrumentos, mientras que la práctica corresponde al uso de los instrumentos y su aplicación en las navegaciones.

Archer (1756) fue el primer tratadista de textos náuticos que, en la definición de náutica, dejó atrás el término “Arte” y utilizó el de “Ciencia”: “NAUTICA, ES LA CIENCIA QUE ENSEÑA A CONDUCIR UN NAVIO DE UN LUGAR A OTRO SOBRE LAS AGUAS, LO QUE SE ADQUIERE MEDIANTE EL CONOCIMIENTO DE VARIAS PARTES DE LA MATHEMATICA” (p.1).

Juan (1757) a partir de la definición de Náutica/Navegación que se da ordinariamente “el Arte que enseña a dirigir y llevar las naves de unos parages a otros, sobre la superficie de las aguas” (p.1), interpretando que esta definición al incluir “llevar” no solo se refiere a la dirección de la nave sino también a su manejo, al explicar únicamente la parte que “enseña a dirigir”, considera por más apropiado utilizar el término “Pilotage”. También divide el Arte de Navegar en práctica y teórica, distinguiendo que la teórica está fundamentada en muchas ciencias tales como la geografía, la aritmética, la geometría y la trigonometría. Juan, afina más en el concepto de “Pilotage théorique”.

De fuerte que este Pilotage théorique se pudiera dividir en dos; uno, que tiene sus reglas limitadas, y le siguen servilmente la mayor parte de los que le practican; y otro, que prescribe documentos para la mayor perfección, valiéndose de las Ciencias, que, como base, producen el modo de establecerlos. (Juan, 1757, p. 2)

Barreda (1766) continúa en su definición de navegación con el término “Arte” pero introduce otro muy interesante “seguridad” “Navegación se dice generalmente al Arte, que demuestra el saber dirigir, y conducir con seguridad las Naves de unos a otros Puertos [...]” (p. 66), a la vez que excluye de este “Arte” a las navegaciones que se hacen de forma rutinaria a la vista de la costa mediante la ayuda del rumbo, la distancia y la sonda. Cuando la navegación se realiza alejado de la costa la divide en especulativa que es la que se ocupa de los fundamentos de la navegación y práctica que es la que pone en práctica los preceptos teóricos.

Sellés y Lafuente (1984) pivotan alrededor de la definición dada de Náutica/Navegación por Juan (1757), para “asegurar que una nueva ciencia náutica comienza su andadura entre nosotros.” (p. 170), y consideran que a partir de su obra cambia el punto de vista, a



pesar de seguir dividiéndola en teórica y práctica, como los anteriores tratadistas, debido a que sobre el “Pilotage theòrico” realiza otra división: uno que tiene sus reglas limitadas y otro que basándose en la ciencia puede indicar nuevos procedimientos. Además, la vinculan a la diferente formación que recibían pilotos y guardiamarinas. Sin embargo, tanto Sellés y Lafuente (1984) como Sellés (2000) al estudiar la obra de Archer, no hacen ningún análisis sobre su definición en la que introduce el concepto de ciencia y matemáticas.

## **6.2. CORRECCIONES A APLICAR A LA ALTURA OBSERVADA**

Recordemos que la altura es el arco de vertical que va desde el horizonte al astro. En la mar las alturas de los astros que se observan con los instrumentos de tomar alturas están referidas al horizonte visible. Para lo cual hay que tener en cuenta (al margen de las correcciones que se deben aplicar a la altura instrumental del astro: corrección de índice y corrección instrumental para transformarla en observada), las correcciones por: depresión del horizonte, semidiámetro, refracción astronómica y paralaje para convertirlas en verdaderas.

Aunque las correcciones ya se conocían desde el siglo II (a. C) y García de Céspedes (1606) se refiere a la corrección por paralaje señalándola como uno de los errores en el que se podía incurrir al no tenerla en cuenta al tomar la altura del polo (véase capítulo 5), estas no se empezaron a aplicar en la mar hasta el siglo XVIII. En cuanto a los textos, a partir de Cedillo (1745) todos los tratadistas las aplicaron exceptuando a Sánchez Reciente (1749) que sólo aplicaba la corrección por semidiámetro del Sol.

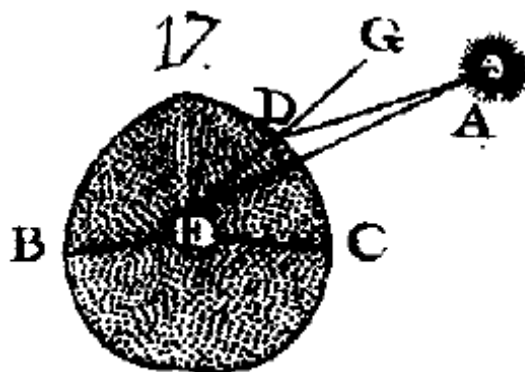
### **6.2.1. *Tratado de la Cosmografía y Nautica* [...]Cedillo (1745)**

A diferencia del *Compendio de Navegacion* de 1717, en el que Cedillo no aplica ninguna corrección a las alturas observadas para convertirlas en verdaderas, con este texto de 1745, se convierte en el primer autor de los estudiados en esta memoria que las incluye en el suyo.

En el capítulo III del libro segundo, Cedillo bajo el epígrafe de los yerros de las observaciones, y de las reglas del Sol, y estrellas explica en 5 página, 2 figuras y 2 tablas las correcciones a aplicar, en las que hace diferencia entre las que son comunes a todas, como la paralaje y la refracción y otras que considera propias a la navegación debido a la elevación del observador sobre la superficie de la mar y la de observar el Sol de espaldas a él. Aunque tiene en cuenta la paralaje, influenciado por los astrónomos más modernos, no la trata al considerarla insensible.

### Corrección por refracción

Cedillo trata sobre la corrección por refracción apoyado en la figura 6.1, situando al astro en (A), al observador en (E) al horizonte en (BC) y (AEC) la altura verdadera del astro. A partir de ahí explica de una forma rudimentaria la variación en la dirección de propagación de un rayo de luz (AD) que al entrar en la atmósfera se desvía en el punto (D) y llegar al observador (E) a través de la línea (DE), por lo que el astro parecerá estar en la línea (EDG) siendo su altura aparente (DEC) que restado el ángulo de la refracción (AEG) da la altura verdadera (AEC). Incorporada al texto una tabla para calcular la refracción (véase figura 6.2).



**Figura 6.1.** Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo de la refracción astronómica. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n.

<i>Alturas del Sol.</i>	<i>Refrac- cion.</i>
.....	.....
Grados	Mts.
0.....	31.
1.....	23.
5.....	11.
10.....	7.
20.....	1.

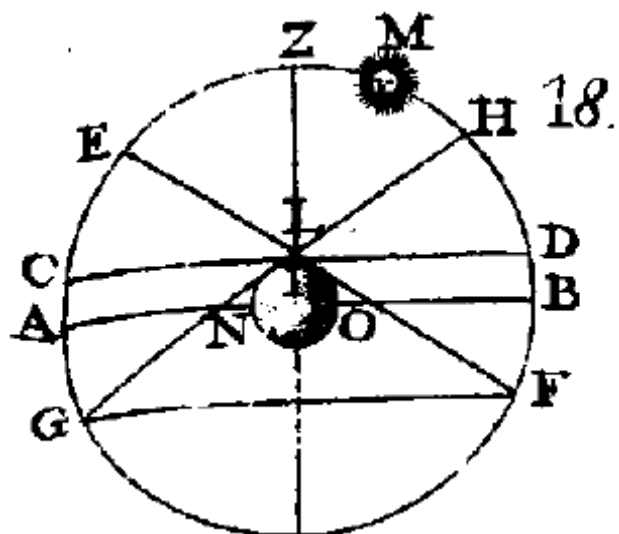
**Figura 6.2.** Tablas de corrección por refracción astronómica. Fuente: Cedillo, 1745, p. 131-132.

### Corrección por depresión del horizonte

Para explicar la corrección por depresión del horizonte Cedillo se vale de la figura 6.3, en donde (INO) representa la Tierra, (ZAB) el firmamento, (BA) el horizonte racional, (Z) el zenit, (CD) el horizonte sensible, (M) el astro, (L) el punto elevado de la nave a partir del cual dibuja las tangentes a la superficie de la Tierra (LG) y (LF), (GF) el horizonte visible, de donde se deduce que la distancia del Zenith (Z) a cualquiera de los puntos (G) y (F) es mayor que la del cuadrante (ZA) o (ZB) del zenit al horizonte.

Si la altura del Sol se toma cara, el horizonte visible corresponde a la línea (EF) y (MF) la altura sobre el horizonte, que es mayor que la verdadera (MD) sobre el horizonte sensible de la superficie del mar y que (MB) altura sobre el horizonte racional (BA) por lo que la altura (MF) es mayor que la verdadera.

Si se observa el Sol de espaldas, se toma el horizonte visible (GF) por la línea que representa la superficie de la mar (HLG) y (MH) es la altura del Sol observada, menor que la altura verdadera (MB), el error será mayor cuanto mayor sea la elevación del observador. Incorpora al texto una tabla para calcular la depresión del horizonte (véase figura 6.4).



**Figura.6.3** Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo de la corrección por depresión del horizonte. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n.

Pies.	Mints.
1....	... 1.
5....	... 2.
10....	... 3.
10....	... 4.
30....	... 5.
40....	... 6.
50....	... 7.
70....	... 8.
90....	... 9.

**Figura 6.4.** Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Cedillo, 1745, p. 132.

### Corrección por semidiámetro del Sol

Incorpora el valor de esta corrección, en el epígrafe correspondiente al defecto que procede de observar con la sombra, y resumen de todos los yerros, en donde toma como valor del semidiámetro del Sol 15', que se tienen que restar a la altura del Sol y sumar a la distancia zenital para convertirla en verdadera.

Sellés (2000) sostiene que los valores empleados por Cedillo eran adecuados para el cuadrante de Davis debido que a este instrumento se le atribuía una precisión de 15' de arco.

### **6.2.2. *Tratado de navegación teorica* (Sánchez Reciente, 1749)**

Sánchez Reciente en el capítulo XX donde trata sobre los usos de la ballestilla cuando llega al momento de explicar el valor de la altura observada, anota que hay que añadir 15' a la observación obtenida con el instrumento para convertirla en verdadera:

Porque, lo que feñala el instrumnto, es la distancia, que ay defde el Zenith hafta la parte fuperior del Sol, y lo que fe debe observar es la distancia defde el Zenith al centro del Sol: Y porque fu diametro fe reputa de 31. À 32. min. fegun la postura tuviere de Apògeo o Perigèo añadiendo los 15. min. que es quasi la mitad del diametro del Sol, queda en el modo poffible justificada la obfervacion, fin hacer caso de refracciones, y paralaxes. (Sánchez Reciente, 1749, pp. 181-182)

A pesar de conocer las correcciones que se deben aplicar a la altura observada para convertirla en verdadera, la única corrección que aplica Sánchez Reciente es por semidiámetro del Sol.

### **6.2.3. *Lecciones náuticas* (Miguel Archer, 1756)**

Archer se adentra en la explicación de las correcciones a la altura observada después de haber explicado los instrumentos de tomar alturas. En la lección decimoquinta a través de 6 páginas en las que incluye 2 figuras, 2 tablas, y 2 ejemplos trata de forma breve y ordenada sobre las correcciones por: refracción, paralaje, depresión del horizonte y semidiámetro del Sol. Finaliza el capítulo referente a las correcciones explicando la forma de tomar la altura del Sol con el cuadrante inglés y con el octante para evitar tener que hacer la corrección por semidiámetro.

## Corrección por refracción

Archer trata esta corrección debida a la atmósfera, que hace aparecer a los astros más elevados de lo que están. A esta diferencia de altura denomina refracción, cuyo valor se debe restar a la altura observada o sumar a la distancia zenital para obtener la verdadera. Incorpora al texto una tabla (véase figura 6.5) para el cálculo del valor de la refracción astronómica con un escalado para valores de hasta 30° de altura, ya que a partir de esa altura considera despreciable la corrección

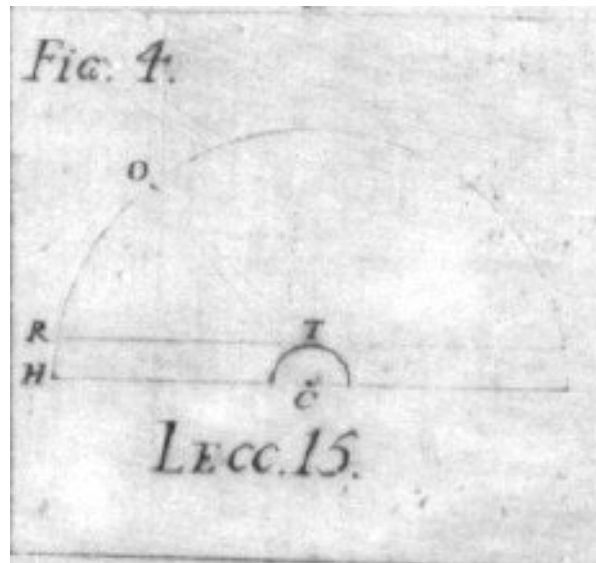
Altura aparente.	Refracción.	Altura aparente.	Refracción.
1.....	23.	7.....	6.
2.....	17.	8.....	5.
3.....	13.	10.....	4.
4.....	10.	15.....	3.
5.....	8.	20.....	2.
6.....	7.	30.....	1.

I3      Fig. III.

**Figura 6.5.** Tabla de corrección por refracción astronómica. Fuente: Archer, 1756, p. 133.

## Corrección por paralaje

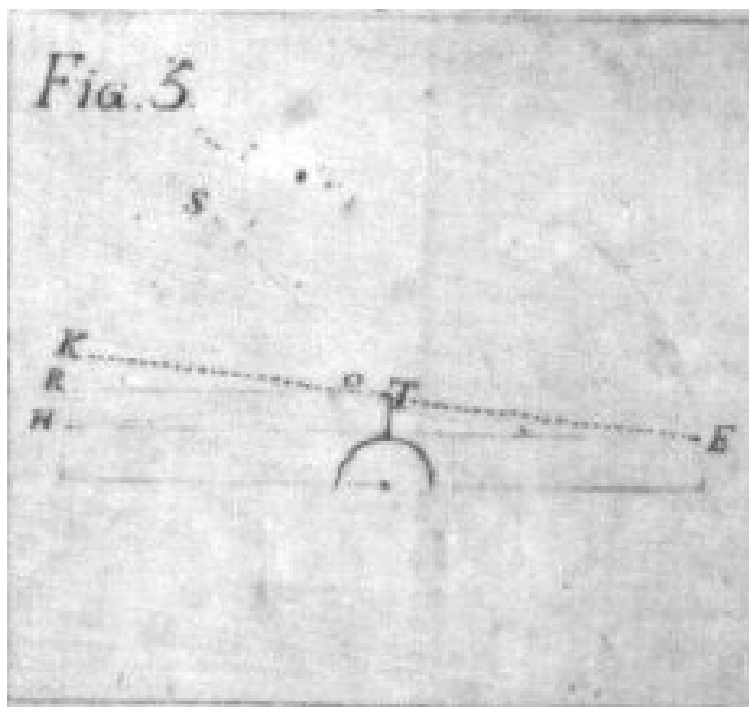
Archer se adentra en esta corrección de forma simple, soportada por la figura 6.6. En las que explica que la altura verdadera de un astro es la que se toma en el centro de la Tierra (OCH). Continúa en la figura que, al observarse la altura en (T), (RTO) corresponde a la altura observada y (HR) la paralaje, que por ser tan pequeño es despreciable.



**Figura 6.6.** Figura con la que Archer ilustra la corrección por paralaje. Fuente Archer, 1756, p. s.n

### Corrección por depresión del horizonte

Como en los anteriores casos, Archer de una forma práctica explica con claridad apoyado en la figura 6.7 el concepto de depresión del horizonte. Sea (O) la posición del observador sobre la superficie de la mar (T), la visual que se dirige al horizonte (OH), el astro (S), si el observador está cara al astro (SOH) será el ángulo de la altura observada siendo (SOR) el ángulo de la altura verdadera que es menor que la altura observada. En el caso que la observación se realice de espaldas al astro, la visual que se dirige al horizonte (OE), el ángulo de la altura observada (SOK) menor que la verdadera (SOR). Por lo que tanto “y afsi fe añadirá à la altura obfervada por qualquiera infrumento, fi la obfervación fe hace con las efpaldas al Astro, ò fe le quitará, fi fe hace con las efpaldas à él” (Archer, 1756, p. 134). Al final del epígrafe presenta el escalado de la tabla por depresión del horizonte (véase figura 6.8) para valores hasta de 40 pies.



**Figura 6.7.** Figura con la que Archer ilustra la corrección por depresión del horizonte. Fuente Archer, 1756, p. s.n.

<i>La vista sobre el Horizonte.</i>	<i>Depresion de la visual baxo de la paralela al Horizonte.</i>
Pies. 7.....	..... minutos 3.
12.....	..... 4.
18.....	..... 5.
27.....	..... 6.
40.....	..... 7.

**Figura 6.8.** Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Archer, 1756, p. 134.



## Corrección por semidiámetro del Sol

Archer trata esta corrección a partir del valor del círculo máximo del orbe del Sol 32', por lo tanto, si se observa el limbo inferior se suma la corrección por semidiámetro 16', y si se observa el limbo superior se resta esta corrección, en el caso de las distancias al zenit observadas, la corrección se aplicará al revés.

### **6.2.4. *Compendio de navegacion* (Juan, 1757)**

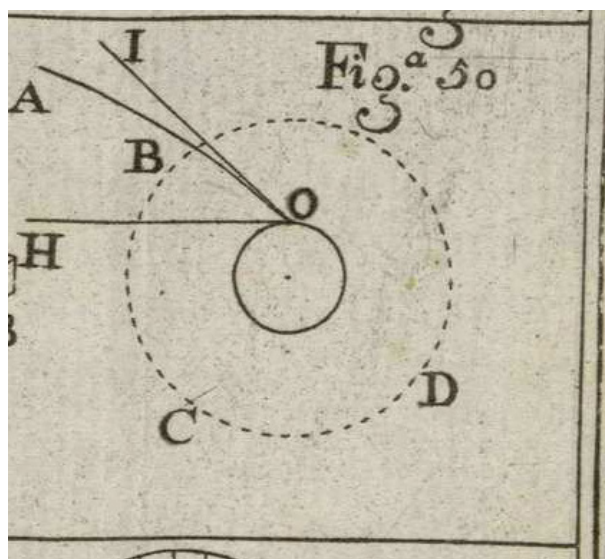
Bajo el título de las correcciones que se deben hacer en las observaciones de los astros, Juan en los apartados del 298 al 309 en 6 páginas, 2 figuras y 2 tablas trata sobre las correcciones por: semidiámetro del Sol, refracción terrestre, depresión del horizonte y paralaje a la que considera insensible para las operaciones náuticas. Aunque no incluye ejemplos específicos sobre correcciones, en el apartado 309, propone y resuelve un ejemplo del cálculo de la latitud por altura meridiana del Sol, en el que aplica las correcciones a la altura observada.

## Corrección por semidiámetro del Sol

Inicia la corrección por semidiámetro del Sol mediante la explicación de la dificultad que entraña tomar la altura del centro del Sol, por lo que se hace necesario tomarla de cualquiera de sus dos limbos y aplicar la corrección por semidiámetro para reducirla a la altura del centro del Sol. Continúa con el valor del semidiámetro del Sol, que esta varía según el Sol diste más o menos de la Tierra, que va de 15,8' a fines de junio a 16,7' que alcanza a fines de diciembre, considera que tomando un valor para el semidiámetro del Sol de 16' no puede haber mucho error. También diferencia si se toma altura con el Sol de cara o a las espaldas. En el caso que se tome la altura con el Sol de cara limbo superior se restarán los 16' y sumar si se toma la altura del limbo inferior, y al contrario si se toma la altura de espaldas al Sol.

## Corrección por refracción astronómica

Señala Juan que, esta corrección es debida al desvío o curvidad que sufren los rayos de luz cuando pasan de un medio a otro. Así en la figura 6.9 el rayo (ABO) que proyecta el astro (A) no llega al observador describiendo una línea recta, ya que al llegar a la atmósfera (BCD) se desvía y el observador (O) no ve el astro en (A) sino en (I), por lo que la altura que se observa no es la verdadera (HOA) sino la aparente (HOI) que es mayor que la verdadera, por lo tanto a la altura observada se le debe restar el valor del ángulo (AOI). Finaliza explicando la utilización de la tabla de la corrección por refracción de la figura 6.10 insertada en el texto que ha sacado del “*Conocimiento de los tiempos*, que da todos los años la Reál Academia de las Ciencias de París” (Juan, 1757, p. 170).



**Figura 6.9.** Figura con la que Juan ilustra la corrección por refracción astronómica. Fuente: Juan, 1757, p. s.n.

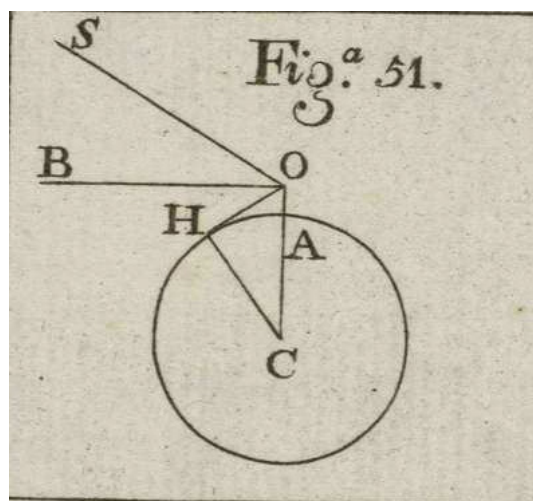
Altura de los Astros.	Refac-cion.
0°	32'
1	28
2	21
3	16
4	13
5	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	9
7	8
8	7
9	6
10	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11	5
12	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
13	4
14	4
15	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
16	3
17	3
19	3
20	2
22	2
23	2
29	2
30	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
37	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
38	1
53	1
54	0 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
75	0
76	0
90	0

**Figura 6.10.** Tablas de corrección por refracción astronómica. Fuente: Juan, 1757, p. 171.

### Corrección por depresión del horizonte

Esta corrección se debe a que la altura observada está tomada con respecto al horizonte de la mar que está más bajo que el horizonte verdadero al cual está referida la observación de la altura verdadera. Juan deduce a través de la figura 6.11 la corrección a aplicar por este concepto sea (O) el observador, (HOS) la altura observada donde (OH) tangente a la superficie del mar con el rayo del astro (SO), mientras que el ángulo a observar es (BOS) ya que (BO) es perpendicular al radio (CA) de la Tierra y paralela al horizonte racional. La altura observada estará incrementada el valor del ángulo (BOH) o en el (HCO). Conociendo la altura del observador (AO) sobre la superficie del mar y el

radio de la Tierra (CH) resuelve en el triángulo (CHO) el ángulo (HCO) correspondiente a la corrección. Cálculo que considera embarazoso y integrada en el texto facilita una tabla (véase figura 6.12) para calcular la corrección.



**Figura 6.11.** Figura con la que Juan ilustra la corrección por depresión del horizonte. Fuente: Juan, 1757, p. s.n.

Pies Ingleses de elevacion.	Correccion.
1	0 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
2	1
4	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
5	2
7	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11	3
14	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
18	4
22	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
27	5
32	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
37	6
43	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

**Figura 6.12.** Tablas de corrección por depresión del horizonte. Fuente: Juan, 1757, p. 173.

### 6.2.5. *El marinero instruido* (Barreda, 1765)

Barreda no les dedica ningún epígrafe a las correcciones a aplicar a la altura observada. En el capítulo III de la parte II, en el apartado de lo perteneciente al término de la latitud, menciona la corrección por semidiámetro y su valor 16', realiza un breve comentario sobre las correcciones a aplicar por refracción astronómica y por depresión del horizonte de las cuales incluye las tablas de la figura 6.13 para su cálculo que, coinciden con las de Cedillo (1745).

<i>Tabla de la elevación de la vista.</i>		<i>Tabla de la Refracción de los Astros.</i>	
Pies . . . . .	Min.	Alturas.	Refrac.
1 . . . . .	1	Grados.	Minut.
5 . . . . .	2	0 . . . . .	31
10 . . . . .	3	1 . . . . .	23
20 . . . . .	4	5 . . . . .	11
30 . . . . .	5	10 . . . . .	07
40 . . . . .	6	20 . . . . .	01
50 . . . . .	7		
70 . . . . .	8		
90 . . . . .	9		

**Figura 6.13.** Tablas de corrección por depresión del horizonte y por refracción astronómica. Fuente: Barreda, 1766, pp. 177-178.

### 6.3. CONTENIDOS MATEMÁTICOS (TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA Y LOGARITMOS)

Los textos de “Pilotage” hasta bien entrado el siglo XVIII estuvieron basados en reglas nemotécnicas, lo que hacía que se pudiesen seguir con escasos conocimientos matemáticos, excepción hecha del de García de Céspedes 1606. Así vemos que, Faleiro

(1519) incluye un apartado dedicado a contar guarismos, lo que parece normal si tenemos en cuenta que, según las Reales Cédulas dadas en Madrid a 6 de octubre de 1567, y a 25 de febrero de 1568 el nivel de conocimientos que se exigían para ser examinados de piloto era haber cursado dos meses en la Cátedra de Cosmografía, y que supiesen leer el regimiento y firmar su nombre (Recopilación, 1841, vol.3). Lo que deja patente, el escaso nivel de conocimientos de los pilotos durante esa etapa.

Los contenidos matemáticos a analizar corresponden a la trigonometría esférica y a los logaritmos. Por lo que analizaremos aquellos que en el análisis de los aspectos concretos incluyen a ambos o alguno de ellos, como: García de Céspedes (1606), Cedillo (1745), Sánchez Reciente (1749), Archer (1756), Juan (1757), Barreda (1606).

### **6.3.1. *Regimiento de navegacion* (García de Céspedes, 1606)**

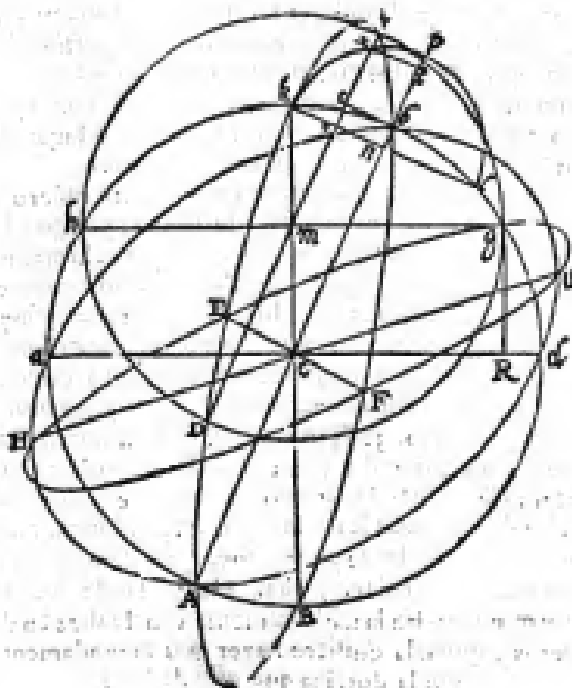
#### **Trigonometría esférica**

En el capítulo “III”, explica cómo se construye la tabla de declinación de las partes del Zodíaco según el máximo valor de la declinación del Sol  $23^{\circ} 28'$  ilustrado en la figura 6.14<sup>237</sup>. Para lo cual aplica la siguiente igualdad que demostró Monteregio: el seno todo al seno recto de la máxima declinación, tiene la misma proporción, que el seno recto de cualquier arco de eclíptica, al seno recto de su declinación, de las cuales conoce la declinación del Sol, el arco de la eclíptica<sup>238</sup> y el seno todo, con lo cual a través de la fórmula:  $\text{sen } \delta^* = \text{sen } \delta \text{ max. } \odot \text{ sen } \alpha$ , calcula la declinación de las partes del Zodíaco.

---

237 En donde: (ad) = sección común del plano de la eclíptica y el de la equinoccial; (e) = centro de la esfera; (Kdb) = la eclíptica; (abudAH) = la equinoccial; (ad) = principios de Aries y Libra; (K) = principio de Cáncer; (B) = principio de Capricornio, apartado de los puntos (ad) por un cuadrante; (E y F) = los polos del mundo; (K y B) = los polos de la eclíptica; (EKFB) = el coluro de los solsticios; (ad) = la común sección de la eclíptica y la equinoccial; (KB) = la común sección del plano del coluro y de la equinoccial; (Krb) = la máxima declinación del Sol

238 Representamos  $\alpha$  = arco de la eclíptica



**Figura 6.14.** Figura con la que García de Céspedes ilustra el cálculo de la tabla de declinación de las partes del Zodíaco. Fuente: García de Céspedes, 1606, fol. 12 verso.

En el capítulo XI trata como los pilotos toman la altura del Polo, según que la Estrella Polar esté más alta o más baja que el polo de acuerdo con las distintas posiciones de la guarda delantera:

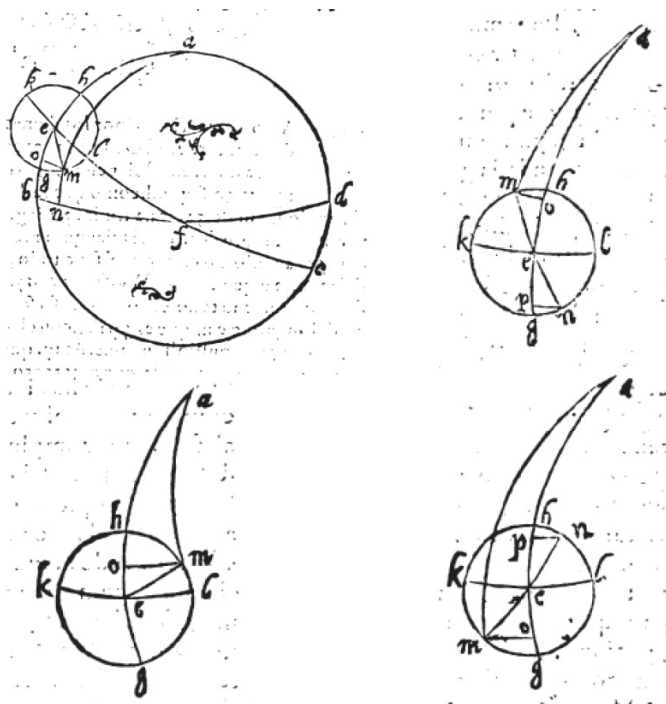
La guarda delantera en el norte. Del triángulo recto (eom) de la figura 6.15<sup>239</sup> conocido el ángulo (oem) y el lado (em) por la 16 del libro 4 de los triángulos de Monteregio calcula el lado (om):,

239 abcd = el meridiano; e = polo del mundo; a = zenit; hfd = horizonte; hkg l = paralelo que hace la estrella alrededor del polo; eh = radio hkg l; klfc = círculo que forma con el meridiano un ángulo recto; h = Norte; K = Oeste; g = Sur; l = Este; m = la Polar; amn = vertical del astro; nm = altura de la Polar; be = latitud del observador.

Conocido el lado (om) del triángulo (eom), por la 19 del libro 4 de los triángulos de Monteregio pasa a calcular el lado (eo):  $\cos(eo) = \frac{\cos(em)}{\cos(om)}$ . Suma el arco (eo) con el (ea) y obtiene el complemento de la altura del polo (ao).

Pasa al triángulo (aom) conocidos los lados (ao) y (om) y el ángulo recto (aom) por la 19 del libro 4 de los triángulos de Monteregio calcula el lado (am):  $\cos(am) = \cos(ao) \cos(om)$ . La diferencia entre el arco (be) y (nm) es lo que tendríamos que añadir en este caso a la altura de la Polar cuando la guarda delantera esté en el norte.

La altura del polo con la guarda delantera en el resto de posiciones las calcula de igual forma que la descrita anteriormente, con los datos de la figura 6.15 por las proposiciones 16 y 19 del libro 4 de Monteregio.



**Figura 6.15.** Figura con la que García de Céspedes ilustra el cálculo de la altura del Polo según la guarda delantera esté en el norte, oeste, sur y este, de arriba a abajo. Fuente: García de Céspedes, 1606, fols. 37-36<sup>240</sup>.

240 Numeración desordenada como aparece en el libro.



En el capítulo XIII calcula por trigonometría la corrección a aplicar a la altura de la Polar estando la guarda delantera en alguno de los 8 rumbos según la imaginan los pilotos en la Estrella Polar, siguiendo las mismas proposiciones enumeradas anteriormente.

En el capítulo LIII referente a la refracción de los rayos del Sol aplica las proposiciones 16 y 19 del libro de los triángulos de Montereio.

En el capítulo “XIII” de la hidrografía trata sobre el cálculo de la hora de inicio o fin de un eclipse por la observación efectuada en ese instante. Menciona dos métodos para poderla calcular la primera por trigonometría esférica y la segunda por instrumentos. En lo que se refiere al método trigonométrico detalla todos los elementos que interviene en su resolución y la proposición de Montereio a utilizar, la 30 del libro 4, pero no la define ni la desarrolla. Finaliza expresando la dificultad de realizar este cálculo para los que no están muy versados en las matemáticas.

### **6.3.2. *Tratado de la cosmographia* (Cedillo, 1745)**

#### **Trigonometría esférica y logaritmos**

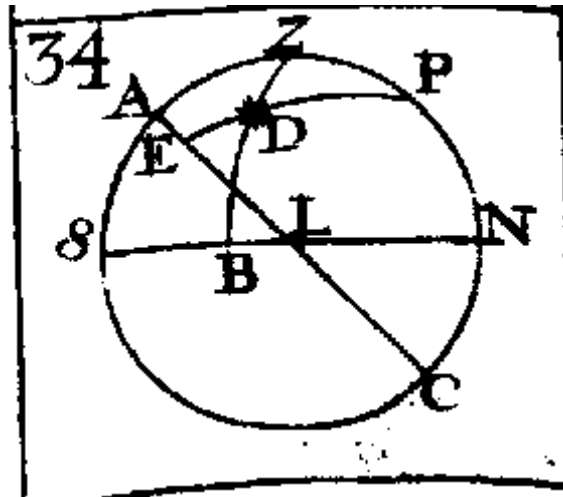
Cedillo utiliza la trigonometría esférica por números logarítmicos<sup>241</sup>, para calcular la corrección total de la aguja antes o después del medio día con el azimut del Sol en 2 páginas, 1 figura y 1 ejemplo, En el triángulo de posición<sup>242</sup> de la figura 6.16, calcula el azimut del Sol en el instante de la observación, conociendo la latitud, la declinación y la altura del Sol, utilizando la siguiente proposición:

---

241 Véase: Cedillo, 1745, pp. 165 - 166.

242 ZPCS = el meridiano; SN = el horizonte; D = el Sol; ZDB = la vertical del Sol; PN = altura del polo; DB = altura del Sol sobre el horizonte; ED = declinación del Sol; DZP = azimut del Sol; ZP = colatitud; DP = codeclinación; DZ = distancia zenital

Añadenfe los complementos Logarithmos de los fenos de los lados, que comprehenden el angulo que fe bufca à los fenos Logarithmos de los arcos de las diferencias, entre la semi-fuma de los tres lados, y cada uno de dichos dos lados, y la mitad de la fuma, es elfeno de la mitad del Angulo. (Cedillo, 1745, p. 165)



**Figura 6.16.** Figura con la que Cedillo ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Cedillo, 1745, p. s.n.

En este caso Cedillo, propone el cálculo del azimut del Sol mediante la fórmula trigonométrica preparada para logaritmos, figura 6.17. Para su demostración se apoya en figuras y propone ejemplos resueltos.

<b>Lado mayor incluyente Z P.</b>	<b>53. grs. 30.</b>	
ms. CL.....		009472.
<b>Lado menor incluyente Z D.</b>	<b>46. grs. 10.</b>	
ms. CL.....		0.14. 85.
<b>Diferencia de la semisuma, y lado Z P.</b>	<b>32.</b>	
grs. 5. ms.....		9.72522.
<b>Diferencia de la semisuma, y lado Z D.</b>		
<b>39. grs. 25. ms.</b>		<u>9.80274.</u>
<b>Suma de los Logarithmos.....</b>		<u>19.76453.</u>
<b>Semisuma de los Logarithmos.....</b>		<u>9.88226.</u>

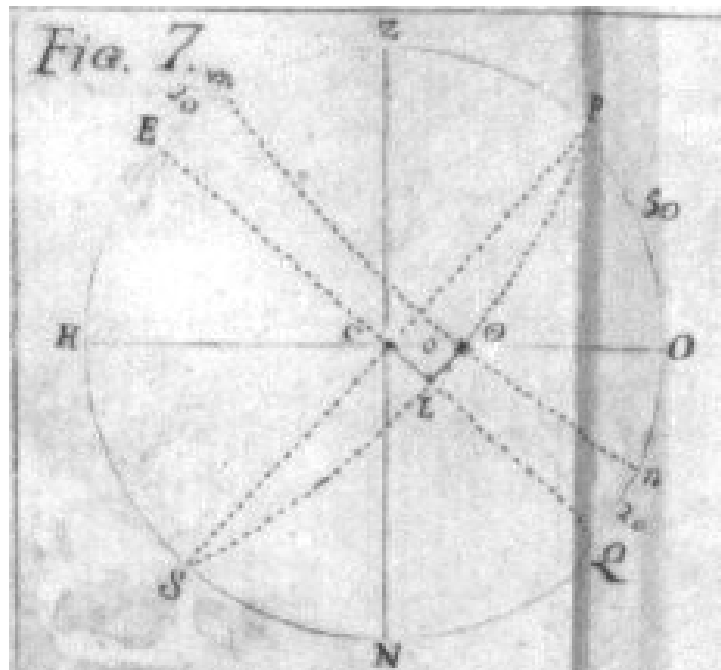
Figura 6.17. Ejemplo con el que Cedillo ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Cedillo, 1745, p.166.

### 6.3.3. *Lecciones nauticas* (Miguel Archer, 1756)

#### Trigonometría esférica y logaritmos

En la lección decimotercia de los problemas astronómicos necesarios en la navegación, se ocupa en 10 páginas, 2 figuras y 3 ejemplos del cálculo de la amplitud y azimut de un astro, en el que utiliza la trigonometría esférica por número logarítmicos<sup>243</sup>. En el problema “III”, propone el cálculo de la amplitud conocidos la latitud del observador y la declinación de un astro, después de resolverlo por geometría lo hace por trigonometría esférica: En este caso explica la demostración a través del siguiente ejemplo, en latitud 50° N, se pide, que amplitud tiene un astro cuya declinación es 20°, resolución que propone por geometría apoyándose en la figura 6.18.

243 También utiliza los número logarítmicos para resolver los problemas de trigonometría plana (Archer, 1756, pp. 24-26).



**Figura 6.18.** Figura con la que Archer ilustra el cálculo del azimut del Sol. Fuente Archer, 1756, p. s.n.

Por los puntos (P, O, S) al describirse un arco tiene un triángulo esférico rectángulo en (L), donde el ángulo (LCO) cuya medida es (QO) es el complemento de la latitud y (L0) = es la declinación y (C0) la amplitud, resuelve el problema estableciendo la siguiente analogía:

Como el Seno complemento de la latitud LC0 40. es al Seno de la declinación L0 20: así el Radio Seno de 90, L. al Seno de la Amplitud C0 32, 08 N. porque la declinacion es Norte, y fi fe pone, ferà 0 32, 08. N. (Archer, 1756, pp. 119-120) .

$$\text{De donde: } \operatorname{sen} A = \frac{\operatorname{sen} \delta}{\cos l}$$

En el problema V de la misma lección calcula el azimut, conocida la latitud del observador, la declinación y altura de un astro. Enseña a resolver esta caso por la escala logarítmica y por números logarítmicos como en el ejemplo de la figura 6.19. Por números logarítmicos resuelve el problema mediante la proposición que relaciona los tres lados del triángulo esférico con un ángulo:

Tomefe el numero Logarithmico del Seno complemento de la latitud, y restefe del Logarithmico del Radio: hagafe lo mismo con el Seno complemento de la altura, y estos dos residuos sumense con los Logarithmicos del Seno de la mitad de la suma, o de su suplemento, si passa de 90., y del Seno del residuo, y la mitad de esta suma fera el numero Logarithmico del Seno complemento de la mitad del Azimiuth contado del Norte, si la latitud fuere Norte, y del Sud, si fuere Sud (Archer. 1756. p. 122).

*Por numeros Logarithmicos.*

Complemento de la latitud 32, su Seno Logarithmico 9, 72421.	que restados del Logarithmico del Radio, que es 10, 00000. quedan . . . . . 0, 27579.
Cópl. de la altura 70, su Seno Log. 9, 97299.	que restados de 10, 00000. quedan . . . . . 0, 02701.
mitad de la suma 78, 60. su Seno Log. . . . . 9, 99119.	
residuo 23, 30. su Seno Logarithmico . . . . . 9, 60070.	
	Suma . . . . . <u>19, 89469.</u>
	Su mitad . . . . . <u>9, 94734.</u>

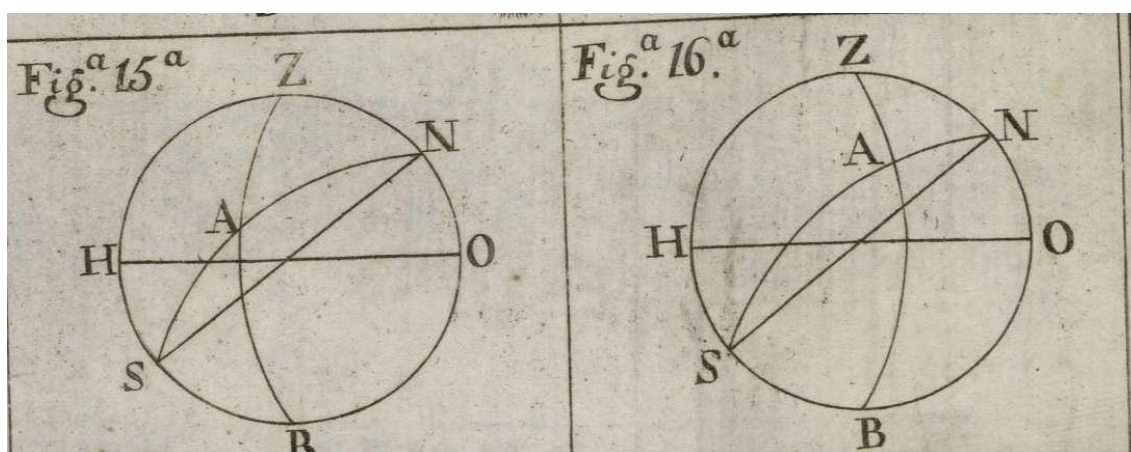
es el Logarithmico, al qual por las tablas corresponden 62, 21. que restados de 90., dan 27, 39. los quales duplicados, dan 55, 18., que es el Azimuth contado del Norte.

Figura 6.19. Ejemplo con el que Archer ilustra el cálculo del azimut, resuelto por logaritmos. Fuente: Archer, 1756, pp. 122-123.

### 6.3.4. *Compendio de navegacion* (Juan, 1757)

#### Trigonometría y logaritmos

En la sección II describe el uso de la aguja y el cuarteo de la rosa de los vientos. El cálculo de la variación magnética lo realiza por dos métodos: por la amplitud de los astros y cuando el Sol corta al vertical primario, ambos valores calculados por trigonometría esférica por números logarítmicos<sup>244</sup> a través de 3 páginas, 2 figuras y 1 ejemplo. Aunque comenta que de ordinario las Amplitudes se calculan por tablas, para lo cual las adjunta al final del *Compendio*. Explica que el cálculo del azimut se reduce a la resolución de un triángulo esférico en el que se conocen los tres lados del triángulo caso en que se da la altura del Sol sobre el horizonte, o cuando se conocen dos lados y el ángulo comprendido caso en el que se da la hora del día. En la figura 6.20 tenemos que (HZNOS) es el meridiano, (NS) el eje del mundo, (HO) el horizonte, (A) el Sol, (ZAB) su vertical y (NAS) su círculo de ascensión recta. En el triángulo de posición (NZA), se conoce (NZ) complemento de la latitud, (NA) el complemento de la declinación y (ZA) la distancia zenital.



**Figura 6.21** Figura con la que Juan ilustra el cálculo del azimut. Fuente: Juan, 1757, p. s.n.

<sup>244</sup> En la resolución de los problemas de navegación por el cálculo resuelve problemas de trigonometría plana por número logarítmicos (Juan, 1757, pp. 90, 96, 98).

Con los tres lados calcula el ángulo (AZN) cuyo complemento al semicírculo (AZH) es el azimut verdadero de acuerdo con el planteamiento de la figura 6.21.

Segun los preceptos de Trigonometria,

Lado ZN	-----	53°	29'
Lado ZA	-----	68	20
Lado NA	-----	75	30
Suma de los tres lados	-----	197	19
Semi-suma	-----	88	39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Diferencia entre la sem. <sup>a</sup> y lado ZN	45	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
Diferencia entre la sem. <sup>a</sup> y lado ZA	30	19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
Complemento logarithmo de ZN	0.0949148		
Complemento logarithmo de ZA	0.0318219		
Logarithmo de la primera diferencia	9.8508074		
Logarithmo de la segunda diferencia	9.7032091		
Suma	-----	19.6807532	
Semi-suma y logarithmo del seno			
de la mitad del ángulo NZA	-----	9.8403766	
Esta mitad del ángulo es pues de	43°	49'	
y su duplo ò el ángulo entero de	87	38	
cuyo complemento al semicírculo			
es el verdadero Azimuth HZA	-----	92	22

Estando el Sol del Sur al Oeste, SZB será este ángulo azimuthal verdadero: conque haciendo BZs igual al magnético observado, Zn será el Meridiano magnético, y el ángulo SZs, residuo del Azimuth magnético y el verdadero, será la Variacion de la Aguja.

Azimuth magnético observado	-----	108°	45'
Verdadero calculado	-----	92	22
Residuo ò Variacion de la Aguja NO	16	23	

E 65 La

Figura 6.21 Ejemplo con el que Juan ilustra el cálculo del azimut. Fuente: Juan, 1757, p. 33.

### 6.3.5. *El marinero instruido* (Barreda, 1765)

#### Trigonometría esférica y logaritmos

Barreda se vale de la trigonometría esférica en 5 páginas y 3 ejemplos para obtener la latitud de un clima conociendo las horas de su día máximo y la declinación del Sol, de acuerdo con la siguiente proporción “como el Seno de la semidiferencia del dia Maximo convertido en grad. y min. al Radio, assi la Tangente de la Maxima declinacion del Sol, à la Tangente segunda del Paralelo, ò latitud del mencionado Clima” (Barreda, 1765, p. 61) de donde:  $\text{cotg. } l = \frac{\text{tg } \delta O}{\text{sen semidiferencia día máximo}}$ . En el caso que conocida la latitud se quiera calcular el clima invierte la proporción:

como la Tangente segunda del Paralelo de latitud, ò altura del Polo, ò Clima, al radio, assi la Tangente primera de la Maxima declinación del Sol al Seno de la Semidiferencia del dia Maximo en grados, y min. que reducidos à horas, daran las que tiene de día Maximoel referido Clima, y por consiguiente determinará, qual Clima es, el que se busca, (Barreda, 1765, p. 62).

En este caso la fórmula queda:  $\text{sen semidiferencia día máximo} = \text{tg } l \text{ tg } \delta O$ .

El cálculo de la amplitud al igual que el azimut verdadero, enseña a calcularlo en 6 páginas y 2 ejemplos uno por trigonometría esférica y el otro mediante la fórmula trigonométrica preparada para el cálculo logarítmico, utilizando la analogía que relaciona tres lados y un ángulo.

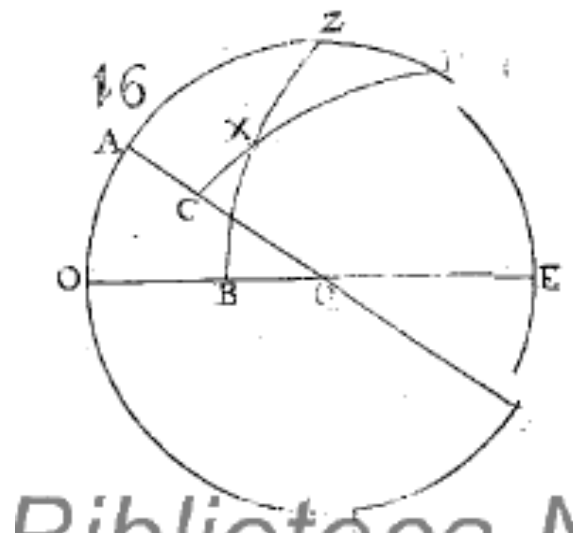
En el caso de la amplitud formula la siguiente analogía:

Assimismo podrá tambien formarse la Analogia, diciendo: como el Radio, a la secante de la altura del Polo de 37. grad. 30. min. assi el Seno primero de la declinacion al Seno de la Amplitud, que será lo mismo, que antes. (Barreda, 1765, p. 100)

La fórmula queda:  $\text{sen } A = \text{sen } \delta \text{ sec } l$ .



En el caso del cálculo del azimut propone un ejemplo y lo ilustra con la figura 6.22, en donde representa el triángulo de posición (PZX) del que se conoce (PZ) colatitud, (XP) codeclinación y (XZ) la distancia zenital, conocidos los tres lados enseña a calcular el ángulo (PZX) Con el que se puede conocer el (BZO) que es el azimutal. Y lo resuelve mediante formula trigonométrica preparada para logaritmos como se ve en la figura 6.23.



**Figura 6.22.** Figuras empleadas por Barreda para ilustrar el cálculo del azimut<sup>245</sup>.  
Fuente: Barreda, 1765, p. s.n.

245 OZE = el meridiano, OBQE = el horizonte, AQF = la equinoccial, CXP = el meridiano en el que se halla el Sol, X = el Sol, Z = el zenit, P = el polo, PE = la altura del polo, PZ = colatitud, BX = altura del Sol sobre el horizonte, XZ = distancia zenital, CX = la declinación del Sol, XP = codeclinación.

Altura de Polo dada 37. grad.	
30. min. su Complemento PZ . . .	52...30
Altura del Sol, 40. grad. 10. min.	
su Complemento ZX . . . . .	49...50
Declinacion del Sol, 10. grad.	
12. min. su Complemento XP . . .	79... 48
Suma de los tres lados conocidos	182...08
	Semisuma
	91... 04
Diferencia éntre la semisuma, y	
el lado PZ . . . . .	38...34
Diferencia éntre la semisuma, y	
el lado ZX . . . . .	41... 14
Comp. log. de 52. grad. 30. min.	0. 1005
Su Seno . . . . 9. 8995	
Comp. log. de 49. grad. 50. min.	0. 1168
Su Seno . . . . 9. 8832	
Seno de 38. grados, 34. min. . .	9. 7948
Diferencia primera.	
Seno de 41. grados, 14. min. . .	9. 8190
Diferencia segunda.	
	Suma total. 19. 8311
Semisuma: Seno de 55. g. 25. m.	9. 9155
Duplicado . . 110... 50	
Restado de . 180... 00	69... 10
<b>Azimuth del Sol</b>	

**Figura 6.23.** Ejercicio resuelto empleado por Barreda para ilustrar el cálculo del azimut. Fuente: Barreda, 1765, p. 104- 106.

En 10 páginas y dos ejemplos enseña a calcular la hora del orto y del ocaso del Sol y el valor de la declinación del día a través de 10 páginas y 2 ejemplos, conociendo el valor de la máxima declinación, que la consideraba en 23° 30' y la distancia del Sol al próximo equinoccio mediante la siguiente analogía:

como el Radio al Seno de la máxima declinacion del Sol de 23. grad. 30. min. assi el Seno de 48. gr. distancia del Sol al proximo Equinocio de Aries, à la declinacion particular del día; y hecha la operación sale por 4. termino 17. grad. 14. min. de declinacion Septentrional, por hallarse el Sol en Tauro, que es Signo Septentrional. (Barreda, 1765, p. 365)

La fórmula queda:  $\text{sen } \delta \ominus = \text{sen distancia del } \ominus \text{ al mx equinoccio de Aries sen } \delta \text{ mx} \ominus$ .

## 6.4. INSTRUMENTOS DE REFLEXIÓN

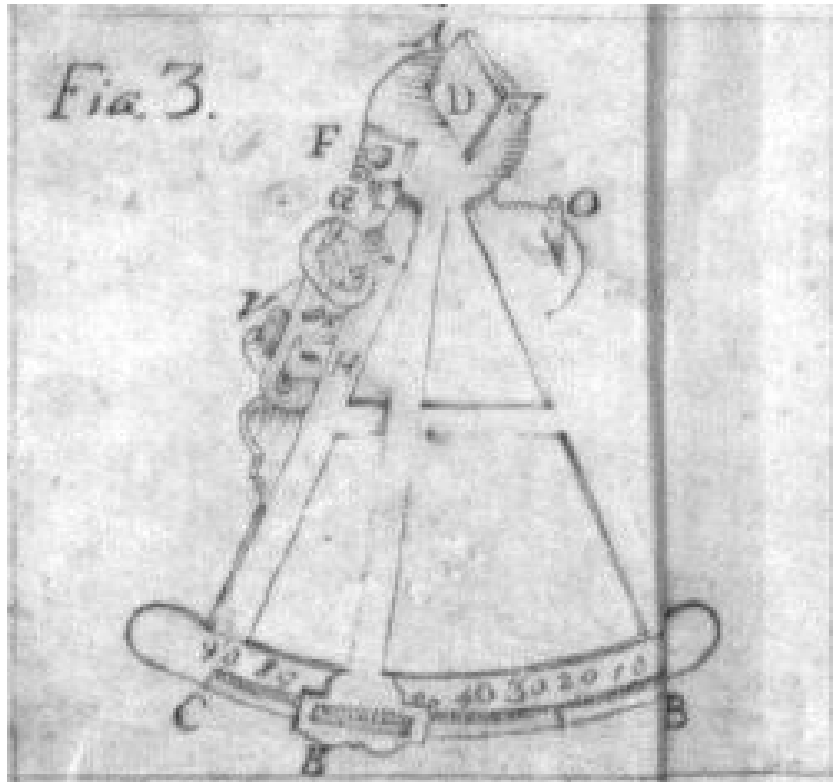
A pesar de que el octante de Hadley se inventó en 1731, no lo encontramos presente en los textos de Cedillo (1745), ni en el de Sánchez Reciente (1749) que siguieron explicando los instrumentos clásicos de tomar alturas como el astrolabio, la ballestilla y el cuadrante de dos arcos introducido por Cedillo (1717). Se tuvo que esperar a Archer (1756) que fue el primer tratadista que lo incluyó en un texto dedicado a la formación de los pilotos y lo venía enseñando en sus clases en la Escuela de Náutica de Bilbao desde 1742. Mientras que Archer (1756) y Barreda (1765) solo entran a definir las distintas partes del octante y su uso, Juan (1757) explica de forma amplia su teoría.

### 6.4.1. *Lecciones nauticas* (Miguel Archer, 1756)

Archer en su texto no entra en los principios teóricos en los que está fundamentado el octante de Hadley de la figura 6.24, que despacha en 3 páginas en las que realiza su descripción y uso según lo expuesto por (Ulloa, 1748, vol.1) que a su vez lo hizo de acuerdo a las particularidades sacadas de la traducción de la memoria sobre el instrumento realizada por el autor John Hadley y que tanto Ulloa como Juan pudieron comprobar<sup>246</sup>.

---

246 Véase: Juan y Ulloa, 1748, vol. 1, pp. 196-213.



**Figura 6.24.** Figura con la que Archer ilustra la descripción de octante. Fuente: Archer, 1756, p. s.n.

Finaliza mencionando como se pueden tomar alturas de los astros con el octante cuando el horizonte no es visible.

Con este Octante fe logra la altura de qualquiera Aftro, quando no fe puede descubrir el Orizonte, mediante un instrumento, que poco hà fe aprobado en Inglaterra, al que llamaremos Efpejo Girante; pues, es una pieza circular de metal bruñido, colocada en un caxoncito cubierto de vidrio, para que no le perturbe el viento, de tal fuerte, que tirando por un cordon, fe le dà un movimiento muy rápido, mediante el cual fe mantiene paralelo al Orizonte, fin que los balances de la Nave impidan este paralelismo, y quando afsi fe mueve, fe recibe en él la imagen del Astao, la qual fe toma por Orizonte, y fi vibra, el medio de la vibracion , y la observacion afsi hecha, es el doble de la altura, fi fe observa con la cara al Aftro, y fi fe observa con las espaldas à él, fe tendra en el instrumento el doble del complemento de la altura, ò distancia del Zenith. (Archer, 1756, p. 132)

También enseña a construir un horizonte artificial, que surte el mismo efecto que el espejo girante, con una porción de mercurio en vaso de porcelana o de cualquier otro material, con un cristal encima para que el mercurio no rebose debido a los movimientos de la nave. Por las descripciones dadas sobre el espejo girante, creemos que puede coincidir con el descrito por Louzán (2005) denominado horizonte artificial de peonza de Serson propuesto por el capitán inglés Jhon Serson sobre 1743.

Entre los autores que han estudiado la obra de Archer se encuentran Iglesias (2000) y Sellés (2000) y Manterola (2016), este último solo se ha ocupado de la parte correspondiente a las matemáticas. Iglesias (2000) cuando se refiere a la descripción y uso del octante de Hadley, clasifica a los autores que estudian este instrumento en tres categorías: Archer y Barreda que presentan un estudio carente de profundidad, Juan y Mendoza y Ríos que realizan un profundo estudio y Mazarredo que presenta un estudio intermedio.

Por otra parte, Sellés (2000) destaca que por las novedades que introduce Archer en su libro como el octante de Hadley y el horizonte artificial, le hacen pensar que “No es extraño que la obra pueda presentar elogiosas aprobaciones de Joaquín de Aguirre y de Jorge Juan”. (p. 95)

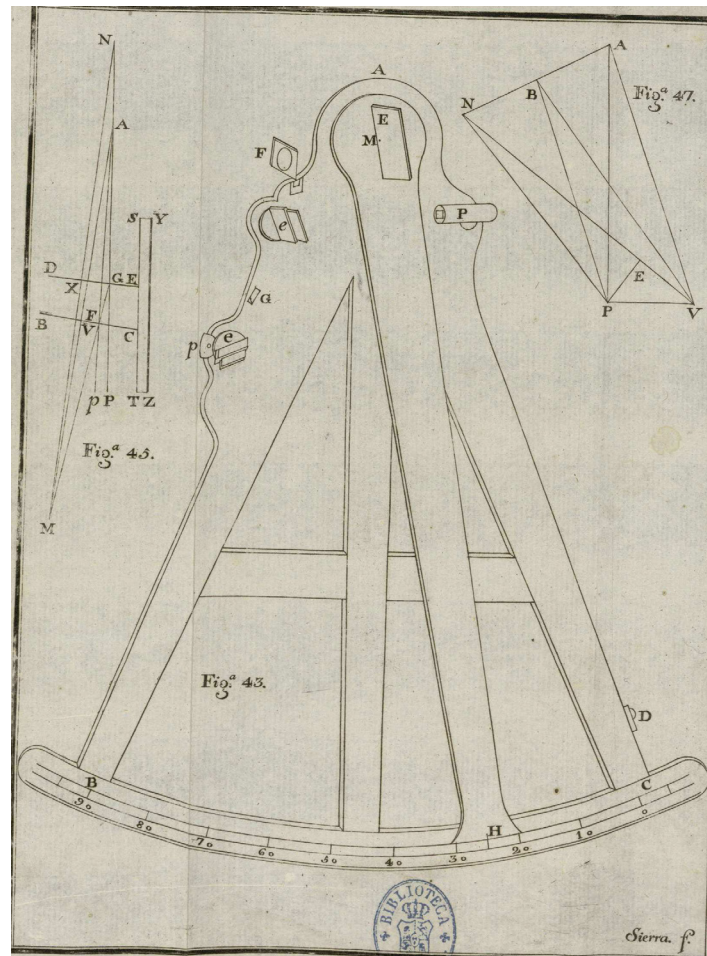
#### **6.4.2. *Compendio de navegacion (Juan, 1757)***

Juan realiza un estudio del octante de la figura 6.25, a través de 23 páginas y 7 figuras, desde el punto de vista científico, no se ciñe a la descripción de sus partes y su uso, sino que, realiza un profundo análisis de sus principios, y basados en estos, propone mejoras. Claro ejemplo de aplicación del otro “Pilotage theòrico fe pudiera dividir en dos; [...] “y otro que prefcribe documentos para la mayòr perfeccion, valiendofe de las Ciencias, que, como bafe, producen el modo de eftablecerlos.” (Juan, 1757, p. 2).

Juan inicia el estudio del octante explicando en qué consiste este instrumento, describe sus partes principales y forma de medir los ángulos. Desde donde pasa a la teoría del octante indicando los principios de catóptrica en los que está basado, deduce tres corolarios sobre la igualdad de los ángulos de incidencia y reflexión y que el ángulo incidente y el de incidencia se hallan en un mismo plano perpendicular al del espejo. De lo que concluye que para que esta igualdad suceda es necesario que los espejos sean perpendiculares al plano del instrumento y que sean paralelos entre sí cuando la alidada está en  $0^\circ$ .

Tras estudiar la influencia sobre las imágenes de los movimientos del instrumento sobre ejes perpendicular y paralelo al plano del mismo, principalmente sobre el que se producía durante el tangenteo, pasa a realizar la crítica sobre el procedimiento empleado por los instrumentistas para situar los espejos perpendiculares al plano del octante, ya que solo se conseguía comprobar, después de realizar la demostración, que ambos espejos eran paralelos entre sí, pero no perpendiculares. También estudió el error que ocasionaba una cierta inclinación del plano visual respecto del plano del octante, aunque no la demostró, así como las superficies planas de los espejos y paralelismo de sus caras.

Señala Juan que, con el octante se pueden medir ángulos de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , pero añadiéndole un “espejo y una pinola” se pueden ampliar de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ . Antes de pasar al uso del octante, señala los errores de la división de la escala y las circunstancias que debe reunir el octante para estar bien hecho: la perfecta división de grados y minutos, la alidada debe tener un movimiento libre y suave, y los espejos tendrán la superficie perfectamente plana, del mismo tamaño y grosor.

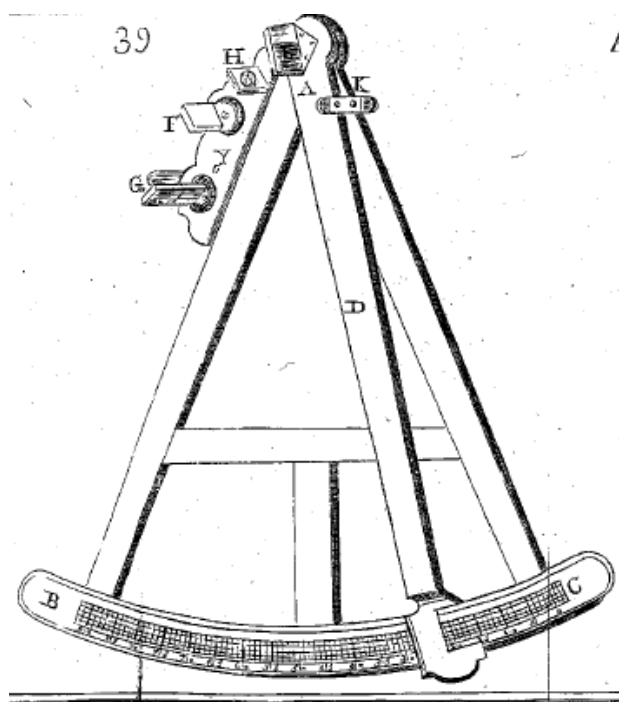


**Figura 6.25.** Figura con la que Juan ilustra la descripción de octante. Fuente: Juan, 1757, p. s.n.

### 6.4.3. *El marinero instruido* (Barreda, 1765)

Barreda se ocupa del octante en 10 páginas y 1 figura. Comienza el estudio del instrumento comentando lo delicado y perfecto que es el instrumento, por sus características tanto por su facilidad de usos como por la exactitud de las operaciones, lo que hace a los profesores náuticos preferirlo a los demás. Continúa con la descripción del instrumento de la figura 6.26, al que recientemente se le han colocado dos cristales oscuros de diferente intensidad para proteger el ojo del observador cuando observa el Sol de cara a

él<sup>247</sup>. Pasa a continuación a explicar cómo se comprueba la correcta fabricación del octante mediante el chequeo de los siguientes elementos: el arco debe tener la octava parte de un círculo, aunque estará graduado en 90°, la perfecta división de grados y minutos, la alidada debe tener un movimiento libre y suave, y los espejos tendrán la superficie perfectamente plana, del mismo tamaño y grosor.



**Figura 6.26.** Figura con la que Barreda ilustra la descripción de octante. Fuente: Barreda, 1765, p. s.n.

Finaliza explicando cómo se deben realizar las observaciones con el octante tanto de cara al astro como de espaldas a él.

Las explicaciones dadas por Barreda sobre el octante son eminentemente prácticas enfocadas a que el lector conozca el instrumento y sus partes, sepa utilizarlo y sobre todo

---

247 La incorporación de forma fija en el octante de Hadley de los vidrios oscuros parece ser una novedad, ya que Archer (1756) cuando hace la descripción del Octante dice "Quando fe obferva al Sol, fi eſtá muy claro, fe pone un vidrio colorado m entre el Eſpejo de la Alidada, y del Horizonte, F para G, y en N para H.



sepa diferenciar cuando un instrumento está bien construido o no, esta última característica ha sido valorada por Iglesias (2000).

## 6.5. RESULTADOS

La definición de Náutica /Navegación, es un indicador que marca la pauta del contenido de los textos, hasta Archer (1756) todos los tratadistas incluyen en la definición el término “Arte”, también lo hace Juan (1757) pero dentro del “Pilotage théorique” dice que ese “Arte se debe à muchas ciencias [...]” (p. 2).

La definición de Náutica/Navegación, en los textos seleccionados realizó el siguiente recorrido, iniciado con Zamorano (1581) que adoptó el término de “Arte” e introdujo la división entre teórica y práctica, Archer (1756) la calificó de ciencia, Juan (1757) subdividió en dos el “Pilotage théorique”, el de las reglas limitadas y el que prescribe documentos indicaba el camino de la investigación para el progreso del “Pilotage”, finalmente Barreda (1765) introdujo el término seguridad. Los términos ciencia y seguridad, como hemos visto en esta memoria, siguen acompañando a las definiciones dadas de Náutica/Navegación.

Archer por las *Lecciones náuticas* de 1756, de entre los textos seleccionados, se convierte en pionero al introducir en la definición de Náutica/Navegación los conceptos ciencia y matemáticas, dejando atrás el viejo paradigma practicista iniciando el nuevo paradigma deductivo en la formación de los pilotos.

Los textos analizados con respecto a los indicadores: corrección a las alturas observadas, trigonometría esférica y logaritmos (matemáticas) e instrumentos de reflexión (octante), recorren un periodo que va de 1606 a 1766, es decir, 160 años en cuanto a fechas de edición de los textos, pero si atendemos a los planes de estudio a los que sirvieron (véase capítulo 3) hay que contar de 1552 hasta 1790, con lo que el periodo queda alargado hasta 238 años.

La aparición de uno de los indicadores estudiados, como es la trigonometría esférica en el texto de García de Céspedes (1606) constituye un hecho insólito entre los textos de “Pilotage”, tanto es así, que no se volvió a dar hasta el *Tratado de la Cosmographia [...]*, 1745 de Cedillo, en el que también incluyó los logaritmos y las correcciones a las alturas observadas. Por la trayectoria intelectual de Pedro Manuel Cedillo, que le llevó a estar al corriente del estado de la ciencia de su tiempo, tal como queda demostrado en las referencias bibliográficas contenidas en su texto, no se entiende que no incluyese el estudio del octante, así como por su cargo de director de la Academia de Guardiamarinas de Cadiz y piloto mayor de la Casa de Contratación..

Pasando de lo general a lo particular analizamos cada indicador:

### **Correcciones a aplicar a la altura observada**

**Cobertura temática:** en cuanto a las correcciones a aplicar a la altura observada, García de Céspedes (1606) y Cedillo (1717) no las tienen en cuenta, Sánchez Reciente (1749) únicamente aplica la corrección por semidiámetro, a pesar de conocer la existencia del resto de correcciones a aplicar, sin tener en cuenta refracciones y paralajes como explicita en su texto. Mientras que, Cedillo (1745), Archer (1756), Juan (1757) y Barreda (1765) a excepción de la paralaje, tras despreciarlo por considerarla insensible, aplican el resto de correcciones, aunque, Barreda (1765) no entra en su explicación las aplica presentado las mismas tablas que Cedillo (1745) sin referenciarlas. Las correcciones a las alturas aparecen por primera vez en el libro de Cedillo (1745), con lo cual se incorporan tarde a los textos dedicados a la enseñanza del “Pilotage” y no de forma general ya que Sánchez Reciente (1749) no las tiene en cuenta.

En cuanto la amplitud con la que es tratada la corrección a las alturas por Cedillo (1745), Archer (1756) y Juan (1757) prácticamente no existe diferencia ya que, mientras Cedillo (1745) les dedica 5 páginas, los otros dos les dedican 6 páginas.

Ninguno de los autores que las tratan recomienda lecturas complementarias. No obstante, García de Céspedes (1606) al utilizar la trigonometría referencia el autor y número de proposición.

**Organización del contenido:** Los tres autores que tratan las correcciones le prestan la misma atención a cada una de ellas, aunque las presentan en distinto orden.

**Objetividad:** No hemos detectado que ninguno de los autores cometa omisiones, reiteraciones, errores. Solo hemos trabajado con primeras ediciones.

**Exposición:** Los tres autores exponen los conceptos de forma ordenada y clara, apoyados por figuras en láminas al final del texto, Archer (1756) añade dos ejemplos. A lo largo del texto no encontramos resúmenes ni esquemas

### **La Trigonometría esférica y los logaritmos**

**Cobertura temática:** En el texto de García de Céspedes (1606) solo aparece la trigonometría esférica, en el de Cedillo (1745) la trigonometría esférica y los logaritmos aparecen de forma conjunta, mientras que en los de Archer (1756), Juan (1757) y Barreda (1765) realizan operaciones de forma conjunta y por separado. En ninguno de los textos se estudian los fundamentos de estas materias. Solo su aplicación. Así, García de Céspedes (1606) la utiliza para el cálculo de: la declinación de las partes del Zodíaco, la corrección a aplicar a la altura de la Polar para obtener la latitud observada y la hora de inicio o fin de un eclipse. Cedillo (1745) las aplica al cálculo del azimut del Sol. Archer (1756) para el cálculo de la amplitud y azimut de un astro, también Juan (1757) las aplica al cálculo del azimut de un astro. En cambio, Barreda (1765) las utiliza para el cálculo de: la latitud de un clima, amplitud y azimut de un astro, y la hora del orto y del ocaso del Sol y la declinación del Sol.

Ninguno de los autores que las tratan recomienda lecturas complementarias. No obstante, García de Céspedes (1606) al utilizar la trigonometría referencia el autor y número de proposición.

**Organización del contenido:** en este caso el contenido está organizado según las necesidades de los conceptos tratados.

**Objetividad:** No hemos detectado que ninguno de los autores cometa omisiones, reiteraciones, errores. Solo hemos trabajado con primeras ediciones.

**Exposición:** Los autores exponen los conceptos de forma ordenada y clara. En García de Céspedes (1606) se observan varios capítulos en los que se varía el tamaño de letra e incluso los márgenes de las páginas. Todos los autores se apoyan en ejemplos resueltos y por figuras en láminas al final del texto excepto García de Céspedes (1606) que las incorpora al propio texto. A lo largo del texto no encontramos resúmenes ni esquemas.

### **Instrumentos de reflexión (octante)**

**Cobertura temática:** De los textos analizados solo incluyen el octante Archer (1756), Juan (1757) y Barreda (1765). Con un tratamiento muy diferente, mientras que, Archer (1756) y Barreda (1765) lo hacen de forma meramente descriptiva sin entrar en la teoría del octante, el punto inicial o de paralelismo, ni de cómo se deben poner las divisiones de las transversales o diagonales para una perfecta lectura de la medición efectuada. Por otra parte, Juan (1757) realiza un estudio riguroso del octante, no solo explicando su teoría, sino que propone mejoras.

En cuanto la amplitud con la que es tratado el octante existe una diferencia notable entre las realizadas por Archer (1756), Juan (1757) y Barreda (1765) que le dedican 3, 10 y 23 páginas respectivamente.

Ni Juan (1757) ni Barreda (1765) recomienda lecturas complementarias. Por otra parte, Archer (1756) referencia a Ulloa (1748).

**Organización del contenido:** Archer (1756) y Barreda (1765) le dan una orientación práctica, útil para poder manejar el instrumento y conocer si está bien construido. Mientras que Juan (1757) lo estudia en profundidad explicando y demostrando sus principios, a la vez que indica los errores que arrastra y propone las mejoras para subsanarlos.

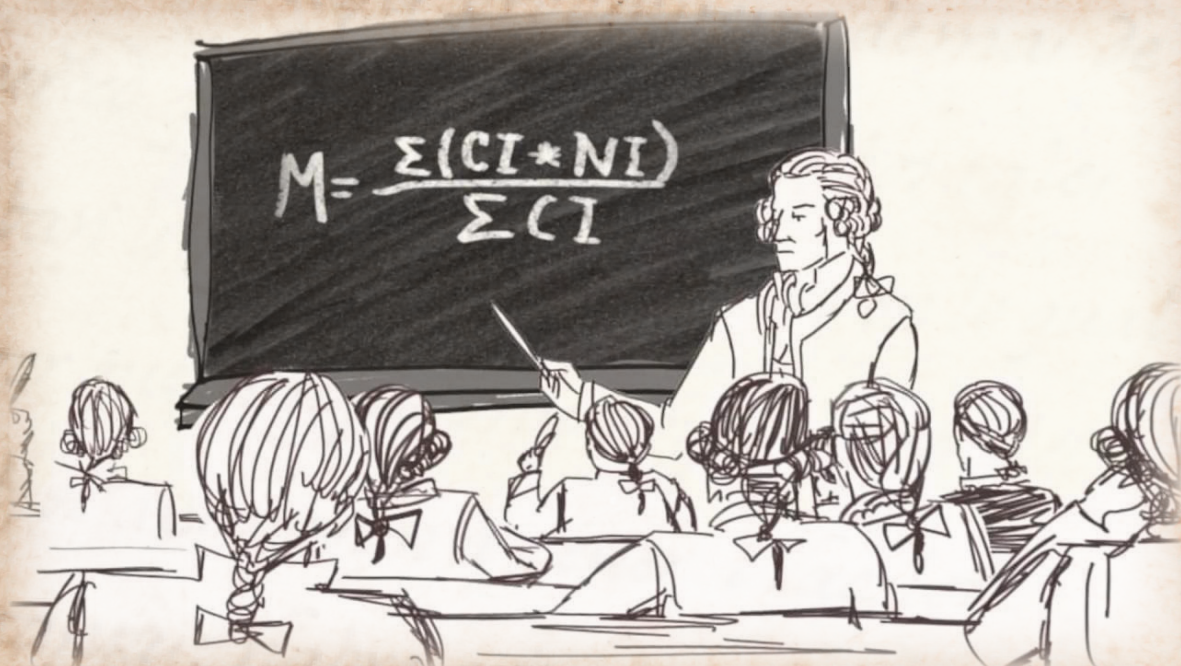
**Objetividad:** No hemos detectado que ninguno de los autores cometa reiteraciones ni errores. Pero si omisiones, como las cometidas por Archer (1756) y Barreda (1765) al no incluir los principios que rigen el instrumento.

**Exposición:** Los autores exponen los conceptos de forma ordenada y clara, aunque con desigual profundidad. Aportan al final del texto una figura ilustrativa del octante a lo que Juan (1757) añade 7 figuras para ilustrar sus explicaciones sobre el octante. A lo largo del texto no encontramos resúmenes ni esquemas.



## CAPÍTULO 7.

# EL PROCESO DE TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA A TRAVÉS DE LOS TEXTOS Y SU ADECUACIÓN AL OBJETIVO DOCENTE







En los capítulos 5 y 6 se han analizado los textos correspondientes al corpus de textos de “Pilotage” en los aspectos generales y los concretos focalizados en los indicadores seleccionados. Con este capítulo finaliza la comparación de textos, en la que se analiza la transición a la navegación astronómica científica a través de ellos y su adecuación al objetivo docente.

Debido a que el análisis de los textos se ha realizado en una franja temporal muy amplia y con periodos muy desiguales, tanto en el campo de la formación de los pilotos como en el de la ciencia náutica, se ha tenido en cuenta que, durante el siglo XVI coincidiendo con el inicio de la regulación de la formación de los pilotos españoles surgió un nuevo género de textos técnicos destinados al “Pilotage” que fueron ampliando sus contenidos siguiendo los planes de estudio que sustentaban y que en mayor o menor medida se ajustaban a los conocimientos y la técnica del momento, lo que supuso una brecha formativa entre las dos etapas que hemos considerado en la formación de los pilotos, en donde se pasó, de forma paulatina, del requerimiento de saber leer a necesitar una formación previa para iniciar los estudios de náutica.

El análisis de los aspectos generales de los textos nos ha permitido determinar la finalidad de los textos, mientras que su posible utilización en la enseñanza se ha determinado mediante la vinculación del autor con la enseñanza náutica.

La incorporación de los indicadores en los textos nos ha permitido verificar como se fueron adaptando estos a la ciencia y si se adecuaba a los planes de estudios.

Para determinar la banda de modernidad y su implicación docente se ha tenido en cuenta la incorporación en los textos de los avances de la ciencia y de la técnica.

Teniendo en cuenta que el periodo evaluado es muy desigual, se analiza la adecuación de los textos a los planes de estudio, su vigencia como herramienta didáctica y la evolución de la formación de los pilotos en el periodo de estudio.

## 7.1. LA TRANSICIÓN A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA CIENTÍFICA EN LOS TEXTOS DE NÁUTICA

Durante el siglo XVIII, en la práctica de la navegación, se abandona la utilización de reglas memorizadas para pasar a la resolución de problemas de forma razonada, mediante el conocimiento de la ciencia aplicada a la navegación. Esto no se dio de forma automática, sino que fue mediante un proceso lento, como se ha visto en el capítulo 6 correspondiente a los indicadores para evaluar la transición, en el que en los textos y manuales de navegación se fueron introduciendo las correcciones a las alturas observadas, la trigonometría y los logaritmos y los instrumentos de reflexión. No fue fácil su introducción en el colectivo profesional, que en un principio eran reacios a la aplicación de nuevos métodos para determinar la situación del buque, ya que estaban acostumbrados a seguir de forma mecánica las reglas nemotécnicas que contenían los regimientos de navegación, apoyados por la experiencia adquirida en los numerosos viajes realizados al nuevo continente. Esta repulsión a la adopción de los nuevos métodos, de una parte de la profesión, la refleja Cedillo (1718) de la siguiente forma:

Es la Trigonometria ciencia muy util, y neceffaria en las facultades Mathematicas, pues con ella fe miden la Tierra, los Mares, y los Cielos. Efta, pues, es compuesta de las dos elementares creencias Arithmetica, y Geometria, que tienen por objeto, aquella la cantidad difcreta, y ella la cantidad continua; y afsi fus demoftraciones fon ciertas, y evidentes: por lo qual fi los datos, o primeros terminos, que fe dan para las resoluciones de los triangulos, fon ciertos, fin duda alguna, lo feran tambien los demás terminos, que se investigan. De donde fe infiere el poco fundamento, que tiene el vulgo Nautico, en decir proverbialmente, que defde que ay Seniftas (que afsi llaman a los proffefores de la Trigonometria) fe pierden los Navios, Es verdad que fi el tal proverbio habla de los que fe entrometen a Seniftas, fin tener fundamento alguno, de la Trigonometria, ni faber fi los principios, que fuponen parta las resoluciones fon ciertos, dudofos, ó falfos, no careze de razón. (p. 1)

Al analizar los indicadores para evaluar la transición a la navegación astronómica científica en los textos que se utilizaron en la formación de los pilotos, lo iniciamos bajo

la idea imperante marcada por Sellés y Lafuente (1984) que considera que con la obra de Juan (1757), una nueva ciencia náutica comienza su andadura, ya que todos los tratados anteriores se limitaban a dividir la navegación en teórica y práctica, en la que la teórica se referían a los preceptos astronómicos e hidrográficos y las demostraciones para construir los instrumentos náuticos, mientras que Juan (1757), aporta un nuevo punto de vista basado en la introducción del concepto “ciencia” como base para resolver las cuestiones que plantea la navegación, sigue desarrollando esa línea en Sellés (1988, 2000) en donde expresa que, con el *Compendio de Navegación* de 1757, se introduce en España la navegación a estima tratada científicamente y que es con el texto de Juan (1757) donde hay que señalar la transición a la navegación científica en España. Esa línea ha sido seguida de forma automática por una parte de los autores de libros y artículos que han tratado sobre los textos náuticos y la navegación astronómica científica, entre los que destacamos a: Casado Rabanal (2009), González González (2013) y a García Garralón (2009) que considera que Juan (1757) significó la transición para los oficiales de marina, “Pese a que en la Academia nunca llegó a impartirse por completo el *Compendio* de Juan [...]” (Sellés, 2000, p. 123), mientras que para los pilotos, señala al método con que se enseñan en las tres clases en el Colegio de San Telmo de Sevilla en 1778. En lo que respecta a los pilotos, disentimos también con esta doble vía marcada por García Garralón (2009), ya que entendemos que este plan de formación seguía anclado en la línea marcada por Cedillo, 1745, ya superada por la obra de Archer (1756), que ponía a disposición de los pilotos poder aplicar los nuevos métodos de posicionamiento en el momento que surgiesen.

En cuanto al libro de Juan (1757), por otra parte, se encuentra Capel (1982) que, a pesar de considerar a Juan como una de las grandes figuras científicas del siglo XVIII por sus trabajos, establece diferentes consideraciones sobre el *Examen marítimo* (1771) y el *Compendio de navegación* (1757). Mientras que sobre el primero dice que fue traducido al inglés y francés, muy valorado por Lalande (1793) por ser uno de los mejores libros de mecánica aplicada a la Marina, al *Compendio de navegación* de (1757) lo considera

un libro escrito para los guardiamarinas, en el que se trataban los problemas básicos de la navegación, en donde se exponían de forma breve los métodos e instrumentos para su determinación, no equiparando científicamente a las dos obras, ni dedicándole los mismos elogios, lo que significa un hecho diferencial con los análisis realizados sobre el texto por otros autores especializados.

Si atendemos a los planteamientos realizados por Selles y Lafuente (1984), Sellés (1988, 2000) con respecto al tránsito a la navegación científica y los aplicamos a la obra de Archer (1756), en lo que respecta a la definición de navegación, vemos que no sólo define Náutica como “ciencia”, sino que se vale de ella para desarrollar las distintas materias que en ella concurren, resuelve los cálculos de la navegación de estima mediante fórmulas trigonométricas y calcula la diferencia en longitud por la latitud media, al igual que presenta los cálculos astronómicos mediante el uso de la trigonometría esférica utilizando fórmulas preparadas para el uso de logaritmos, además incluyó en su obra el uso del octante, como continuación del conocimiento náutico del momento que ya venía impartiendo en sus clases desde 1742, como así establece el plan de estudios que se seguía en la Escuela de Náutica e Bilbao, que hemos detallado en el capítulo 3. Por lo expuesto entendemos que el punto de transición habría que situarlo en las *Lecciones Nauticas* de 1756 del piloto Archer. Lamentamos que al texto de Archer, la mayoría de los autores desde Fernández de Navarrete (1846) hasta Llombart e Iglesias (1998) le dieron más relevancia por haber sido elogiado por Jorge Juan, que por el análisis de su contenido.

## **7.2. SUMA DE GEOGRAPHIA (FERNÁNDEZ DE ENCISO, 1519)**

El texto de Fernández de Enciso se editó 11 años después del inicio de la regulación de la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en 1508 con una instrucción muy simple dada al piloto mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla, que se enseñe a los pilotos el conocimiento del astrolabio y el cuadrante.

A pesar de que el texto no contiene el cuadrante ni el astrolabio, enseña a calcular la latitud en el apartado correspondiente al número de leguas que se cuentan por grado en cada rumbo navegado, como materia a saber para “tomar la altura del norte”. En el apartado destinado a reconocer la Polar introduce el cálculo de la latitud por esa estrella, desde donde pasa al cálculo de la latitud por altura meridiana del Sol en el regimiento del astrolabio y cuadrante para la declinación del Sol y el lugar en que está cada día.

La parte más importante y extensa del texto lo constituye el derrotero, en el que se incluyen los conocimientos geográficos del momento.

Coincidimos con la consideración de Fernández de Navarrete (1846), que sigue la misma línea expresada en el privilegio real y en el prólogo, al considerarlo como una obra que sirva para que los “pilotos y mareantes se rigiesen y gobernasen en el marear”, pese a ser una obra de contenido teórico reducido (Ibáñez, 2002). Seguramente pudo servir de apoyo, tanto para los pilotos en ejercicio, como para aquellos que se iniciaban en la profesión, por cubrir los conocimientos básicos que se exigían para superar el examen para obtener el título de piloto de la Carrera de Indias, añadido a que contenía un completísimo derrotero de las tierras conocidas hasta ese momento. Constituyó el único texto de “Pilotage” impreso hasta que se imprimió el de Faleiro en 1535, por lo que, consideramos debió constituir un apoyo importante tanto para la formación de los pilotos como libro de consulta para aquellos que practicaban la navegación oceánica, hecho avalado por las reediciones del texto que se llevaron a cabo en 1530 y 1546.

### ***7.3. TRATADO DEL EFPHERA Y DEL ARTE DE MAREAR (FALEIRO, 1535)***

En la fecha en la que se editó este texto, el plan formativo ideado en 1508 se desarrolló por la Real Cédula de 1527. Por la cual, se añadían a los conocimientos exigidos: echar el punto, trazar rumbos, calcular las horas del día y de la noche y conocer la ruta para la que

los habilitaban. Faleiro incorporó a su texto las nuevas exigencias excepto el derrotero. En lo que se refiere al cálculo de la posición del buque incluye el cálculo de la latitud observada por altura meridiana del Sol y por la Polar.

La obra es de corte elemental, tanto es así, que en su parte final introduce un apartado destinado a aprender a contar guarismos. Como contrapartida, dedicó la mayor parte de su contenido al estudio de la Esfera, materia propedéutica para el estudio de la navegación, que los tratadistas de obras dedicadas al “Arte de Navegar” fueron aumentando su contenido, hasta que finalmente fueron incluidos como materia obligatoria en el plan de 1552 para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias. No hemos encontrado referencias indicadoras de cuál fue su papel en la formación de los pilotos ni de su utilización como manual a bordo de las naos, la única referencia objetiva es que no conoció ninguna reedición/reimpresión.

#### **7.4. ARTE DE NAVEGAR (MEDINA, 1545)**

El *Arte de Navegar* de Medina fue el primer tratado de navegación impreso escrito por un docente de la Casa de la Contratación de Sevilla, en el que recogió, lo que consideraba necesario para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias. El texto mereció el reconocimiento del piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla Alonso de Chaves, como así quedó expresado en la carta que le envió a Pedro de Medina después de leer su libro<sup>248</sup>.

Dice vuestra merced que vea este regimiento q del libro del arte de navegar ha facado. Acuerdome que quando escrivio el dicho libro, antes que lo imprimiese, quiso que fuesse vifto en la cafa de cotratacion de indias desta ciudad por el Piloto mayor y cofmografo: y a mi fue cometido. E yo

---

248 Las cartas que se enviaron Pedro de Medina y Alonso de Chaves con motivo del envío y lectura del texto, Pedro de Medina las incluyó en su *Regimiento de Navegación* (1552).

lo vi y ley, y despues de impreffo tambien . Y agora he vifto efte regimien-  
to, el qual bien parece de donde salio, que aquel arbol no podia producir  
fino tal pimpollo.

[...] Mas fi de los antiguos efte tenemos, vueftra merced ha dado arte para  
bien navegar: dando principios infalibles, demoftraciones evidentes, de-  
claraciones muy ciertas del ufo de las cartas y agujas con que fe navega,  
entendimiento de las alturas del Sol y Norte, avifo de los movimientos de  
la luna, y del fluxu y refluxo de la mar.

[...] Por efte muy gran razon ay que todos los navegantes agradezcan  
y tengan en mucho tan buena obra como vueftra merced les ha hecho,  
aunque yo tengo que no quedara con el agradecimiento de los hombres:  
mas que Dios hara el premio della, el qual fu muy noble perfona guarde y  
profpere como vueftra merced deffea. (Medina, 1552, fol. s.n).

Trata los temas con mayor amplitud que sus predecesores y supera los conocimien-  
tos exigidos por la Real Cédula de 1527. En cuanto al cálculo de la latitud observada, al  
de la meridiana del Sol y la Polar, añade la calculada por el Crucero.

Guillén Tato (1943) considera que la amplitud con la que trata los temas sobrepasa-  
ba las posibilidades intelectuales del hombre de mar, por lo que, bajo el título de *Regi-  
miento de Navegación* realizó reediciones más elementales.

Es bien conocido que desde el inicio de la regulación del título de piloto de la Carre-  
ra de Indias se hacía hincapié en el conocimiento del astrolabio y del cuadrante. Lo que  
hace incomprensible que Medina como profesional vinculado a la Casa de Contratación  
de Sevilla y habiéndose dedicado a la formación y examen de los pilotos, no incluyese  
en su texto la fábrica del astrolabio y del cuadrante, ni el conocimiento de las derrotas.  
Por todo ello, además de lo expuesto en el capítulo 5, consideramos que los conoci-  
mientos expuestos en el texto superaban el plan formativo de los pilotos del plan de  
1527 y solo se debió utilizar en aquellas partes que coincidían con el programa vigente,  
teniendo en cuenta que Pedro Medina en determinados momentos ejerció de profesor y  
examinador de pilotos en la Casa de la Contratación de Sevilla.



### **7.5. *BREVE COMPENDIO DE LA SPHERA Y DE LA ARTE DE NAVEGAR* (CORTÉS, 1551)**

El texto de Cortés se editó en vísperas de la creación del cargo de catedrático de Navegación, que además de establecer un nuevo empleo dentro de la Casa de la Contratación de Sevilla implantaba un nuevo plan de estudios para los pilotos. Los contenidos formativos contenidos en el texto de Cortés se anticipan a los que se instauraron un año más tarde por Real Cédula de 1552.

Al anticiparse a plasmar los contenidos formativos que debía tener un piloto, cabe la duda sobre si la Casa de Contratación de Sevilla lo utilizó como guía a la hora de elaborar el plan de 1552.

En lo que se refiere al cálculo de la posición del buque incluye el cálculo de la latitud observada por altura meridiana del Sol y por la Polar. El contenido técnico del texto es muy superior al de Medina (1545), ya que introduce elementos nuevos como el magnetismo y la carta esférica, así como el cálculo de la latitud fuera de la meridiana. Es un libro que no solo se adecua al plan de 1527, por exceso, sino que también lo hace al futuro plan de 1552, exceptuando el conocimiento de las derrotas.

La obra conoció una reedición en España en 1556, mientras que en Inglaterra se reeditó 9 veces siendo la primera en 1561 y la última en 1630. Lo que implica que debió servir durante muchos años como libro de consulta entre los pilotos que realizaban navegaciones oceánicas.

## 7.6. *REGIMIENTO DE NAVEGACION*(MEDINA, 1552)

La obra de Medina se editó en 1552 coincidiendo con la promulgación del plan de estudios para los pilotos de la Carrera de Indias. De contenido más reducido que el *Arte de Navegar* (1545), aunque en lo que se refiere al cálculo de la posición del buque explica los mismos procedimientos para el cálculo de la latitud observada por altura meridiana del Sol, por la Polar y por el Crucero.

Pedro Medina, como sostiene González Palencia (1940) desde 1538 estaba facultado, con la previa autorización del piloto mayor, a trazar cartas, consultar el padrón real, escribir regimientos, fabricar instrumentos de navegación y a la asistencia a los exámenes de pilotos de la Carrera de Indias, lo que hace pensar a Martín Merás (2003) que el *Regimiento de Navegación* (1552) debió ser el libro de texto utilizado en la lectura de la cátedra, junto con la traducción de la *Esfera* hecha por Gerónimo de Chávez. Los contenidos del *Regimiento* (1552) y su comparación con el plan de estudios de 1552, junto con las preguntas que dice Alonso de Chaves les hacía a los pilotos, por parecerle necesarias para obtener el título de piloto, nos hace disentir de lo expresado por Martín Merás (2003), al no tratar los temas sobre el astrolabio, la ballestilla y el cuadrante, en lo que se refiere a su fabricación, así como tampoco el uso del reloj diurno, materias que se incluían en el programa de estudios de 1552, lo que nos lleva a considerar al *Regimiento de Navegación* (1552) como un manual de navegación, - fundamentado en Reglas nemotécnicas de fácil comprensión, muy adecuado a la instrucción que tenían los pilotos y maestros- de útil uso a bordo, por lo que consideramos que además del texto de Medina (1552) y el *Tratado de la Esfera de Chaves* (1545), para cerrar el itinerario formativo de los pilotos, faltaba la fabricación de los instrumentos de navegación así como el conocimiento de las derrotas.

El texto de Medina al ser reeditado en 1563 y las traducciones que se hicieron al alemán, francés, inglés e italiano le convierten junto con el de Cortés (1551) en los textos españoles del XVI que más repercusión tuvieron en Europa.

### **7.7. COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGAR (ZAMORANO, 1581)**

En este texto se reflejan los conocimientos náuticos de su tiempo, de una forma comprensible para el alumnado al que iba destinado. A la vez que respondía a todos los temas del plan de 1552 exceptuando el conocimiento de las derrotas, al igual que Medina (1545, 1552) al cálculo de la meridiana y de la latitud por la Polar incluye el cálculo de la latitud por el Crucero.

La obra de Zamorano se reeditó cuatro veces. Según Ibáñez (2002) “Este texto, que sirvió durante años a la formación de los pilotos de Castilla ...” (p. 43) y es considerado por Fernández de Navarrete (1846) como un tratado elemental escrito de forma clara y sencilla, a lo que Martín- Merás (2003) añade que se explican muchos ejemplos.

### **7.8. HIDROGRAFIA (POZA, 1585)**

La obra de Poza se ajusta al programa formativo establecido en 1552, redactado de forma clara y sencilla en el que se tenía en cuenta el grupo de profesionales al que iba dirigido. En cuanto a los métodos de posicionamiento astronómico resulta innovador al incluir el cálculo de la longitud por distancia Luna-estrella y por relojes.

López Piñero (1986) considera que:

Su primer “Libro” es un arte de navegar convencional, redactado en un estilo académico lleno de neologismos y con la peculiaridad de ofrecer la equivalencia de los términos en griego, latín, italiano, francés y alemán. El segundo es un derrotero de los puertos y costas del Atlántico europeo a partir del estrecho de Gibraltar. (p. 182)

Llombart e Iglesias (1998) achacan los errores que tiene la obra de Poza a la influencia de las ideas de Ptolomeo y a la excesiva confianza que tiene en los relojes de arena.

A la vez que señalan la claridad de exposición de los conceptos náuticos y la amplia bibliografía utilizada. Finalizan calificándola como “un manual de gran utilidad práctica, pero al mismo tiempo la reducen a un mero ejercicio descriptivo” (p. 528) debido a su exposición en forma de reglas y recetas.

No creemos que lo expresado por Llombart e Iglesias (1998), constituyese algo atípico en la redacción de manuales de navegación, ya que no podemos olvidar, que estos, en los capítulos correspondientes a astronomía seguían la idea ptolemaica. Por otra parte, iban dirigidos a profesionales con escaso nivel cultural. Por lo que de forma general se redactaban, como hemos podido comprobar en los tratados estudiados anteriormente, mediante el uso de reglas, de forma que fuesen de rápida comprensión y memorización. En pleno siglo XVIII, Jorge Juan en el *Compendio de Navegación* de 1757, se hacía eco de esta peculiar pedagogía utilizada por los autores de navegación “Para distinguir los cafos, en que fe ha de fumar ò restar un arco de otro, trahen nueftros Autores de Navegación varias reglas, que quieren fe fepan de memoria [...]” (Juan, 1757, p. 128).

Este texto que conoció una reedición, consideramos que fue utilizado como texto en las clases que impartía Poza.

## **7.9. REGIMIENTO DE NAVEGACION (GARCÍA DE CÉSPEDES, 1606)**

García de Céspedes redactó un *Regimiento de Navegación* alejado de la línea seguida por los anteriores tratadistas náuticos, en el que la ciencia se abría paso en el Arte de Navegar, “Unos tratados tan completos y científicos como los del Céspedes fijaron por algunos años la doctrina del arte de navegar, sirviendo de guía á nuestros marinos, y eclipsaron los demás escritos que se vieron por aquellos tiempos.” (Fernández de Navarrete, 1846, p. 275).

Debido a la calidad científica de la obra, la profusión de observaciones astronómicas y la fabricación de nuevos instrumentos orientados a la astronomía náutica, Navarro Brotons, 2014 considera que:

*El Regimiento de Navegación* de García de Céspedes no era un manual del arte de la navegación para uso de los pilotos, sino más bien un tratado de cosmografía aplicado a la navegación. Además era una auténtica suma y síntesis de los conocimientos y técnicas desarrolladas en España y Portugal sobre el arte y la ciencia de navegar. (p. 56)

A lo largo del texto García de Céspedes aborda todas las materias contenidas en el plan de estudios de 1552, llegando incluso a sobrepasarlas. En lo que se refiere a los métodos de posicionamiento astronómico incluye el cálculo de la latitud: por altura meridiana, fuera de la meridiana, por la Polar y por el Crucero.

A las reglas utilizadas por los autores en los anteriores manuales de navegación, contraponen su demostración por medios matemáticos señalando en donde yerran. Es un texto bien estructurado, en el que utiliza el aparato matemático (aritmética, geometría, trigonometría plana y esférica) para realizar las demostraciones, alejándose del empleo de las reglas.

Para la redacción del libro contó con los más modernos matemáticos y astrónomos del momento, como así lo demuestran la profusión de citas realizadas a lo largo del mismo. El resultado fue un texto en el que plasmó los conocimientos sobre cosmografía y navegación en la España de finales del XVI. En el que la profundidad matemática de su contenido, no lo hacía un libro de uso común para los pilotos, que en su formación se regían por el plan de estudios de 1552. Este libro, si podía constituir un texto de estudio para los pilotos del plan de 1636, que nunca se puso en marcha, en el que el estudio de la geometría Euclidiana y la trigonometría esférica se incluían como materias de estudio.

### **7.10. COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGACION (CEDILLO, 1717)**

El texto sigue las materias programadas en el plan de estudios de 1552 de la Casa de Contratación de Sevilla, con la particularidad que se adecuan los conceptos a los conocimientos del momento, a los que añade el cuadrante de dos arcos, el cuadrante de reducción y la corredera (los dos últimos introducidos en España por Gaztañeta)<sup>249</sup>. En cuanto a los métodos de posicionamiento astronómico, cambia la tendencia iniciada por Medina (1545) de incluir el cálculo de la latitud por el Crucero y lo hace al paso por el meridiano superior e inferior de Sol/ estrellas y por la Polar. Trabaja con las operaciones básicas de aritmética: números enteros; sumas, restas, multiplicación, división y regla de tres, resolución de problemas y entradas en tablas. A pesar de reconocer que había escrito el modo de navegar por trigonometría, en este caso, prescindió de ella. Es un libro de texto editado para uso de los santelmistas que debían superar el examen de piloto de la Carrera de Indias en la Casa de la Contratación. De la edición de 1717, se imprimieron 1.000 ejemplares (García Garralón, 2007, vol. 1). Se trata de un texto que marcó la línea editorial, en los libros de navegación, del Colegio de San Telmo de Sevilla del que se hizo una reedición en 1730.

El *Compendio de la arte de Navegación, Trigonometría aplicada a la Navegación* y el *Tratado de la Cosmografía y Náutica*, fueron obras de referencia para los tratadistas náuticos y de estudio para los aspirantes a pilotos de la Carrera de Indias, al mismo tiempo que sirvieron para elevar los conocimientos de las enseñanzas náuticas.

Uno de los autores de tratados de náutica de mayor relevancia en España durante las primeras décadas del siglo XVIII fue Pedro Manuel Cedillo y Rujaque, maestro de matemáticas del Seminario. Desde el momento en que éste empezó a dar clases en su especialidad, la adquisición de libros creció y la enseñanza de la náutica cobró una cierta entidad. (García Garralón, 2007, p.309).

---

249 Véase: Gaztañeta, 1692.

Sellés (2000) sostiene que “El sentir de Cedillo en su *Compendio de la arte de navegación* iba a servir de norte a los tratados más cuerdos escritos durante la primera mitad del siglo” (p.38).

### **7.11. TRATADO DE LA COSMOGRAPHIA Y NAUTICA (CEDILLO, 1745)**

En la fecha de edición de este libro, continuaba vigente el plan de estudios de 1552. Al que los contenidos del texto sobrepasaban, introduciendo la geometría, la utilización del triángulo esférico y la corrección a las alturas observadas para convertirlas en verdaderas. En lo que respecta a los métodos de posicionamiento astronómico incluye los mismos que en su texto de 1717. Sellés (2000) considera que los contenidos del *Tratado de la Cosmographia y Nautica* constituyeron el tope de los manuales de navegación impartidos en las nuevas “Escuelas de Pilotos” creadas por las OGA, 1748.

Es un texto que demuestra la evolución científica y la dedicación pedagógica de un ex maestro de matemáticas del Colegio de San Telmo de Sevilla, que en el momento de escribir el libro era director de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz y piloto mayor de la Casa de Contratación. Tras llevar 44 años ejerciendo la docencia escribió este libro “[...] en que va inclufo el Compendio de Navegacion antes impreffo, y lo que fobre efta materia he leído en efta Real Academia, figuiendo los Authores mas claficos, aſi Naturales como Eſtrangeros, de los quales cito algunos en eſta obra.” (Cedillo, 1745, prólogo).

Este texto que conoció una reedición en 1750 aún fue declarado de estudio en 1794 para los elementos de cosmografía y astronomía en el Real Instituto de Náutica y Mineralogía de Gijón.

## 7.12. *TRATADO DE NAVEGACION THEORICA* (SÁNCHEZ RECIENTE, 1749)

Este texto coincide con el cambio del plan de estudios de 1552 de la Casa de Contratación al establecido por las OGA, 1748, a las que sigue sus preceptos, en cuanto a que la formación del piloto debe ser por el método más breve y comprensible que fuera posible. Línea para seguir que ya expreso en el prólogo.

[...] Yo figo en esta derrota sin incorporar el a es el aprovechamiento de la numerosa Juventud, que en este Real Seminario se cria, para servir a la Catholica Magestad [que Dios guarde] en las Reales Armadas, [...] También deseaba imprimir este Tratado con todas las circunstancias necesarias, y conducentes, a hacer un Piloto Theorico, y Practico; pero por no faltar al orden establecido en este Real Seminario, solamente pondré lo muy preciso, para conseguir dicho fin, no dexando de adelantar alguna cosa: [...] (Sánchez Reciente, 1749, prólogo).

Lo expresado en el prólogo, lo aplica a los temas contenidos en la obra redactando un texto elemental ajustado a la línea de lo establecido en las OGA, 1748 para la formación de los pilotos. El autor continúa explicando los instrumentos clásicos de tomar alturas sin incorporar el estudio del octante ni las correcciones a las alturas observadas, únicamente aplica la corrección por semidiámetro del Sol. En las operaciones que realiza no aplica la trigonometría esférica ni los logaritmos, resuelve por el cuadrante de reducción o por tablas. En cuanto a los métodos de posicionamiento utiliza el cálculo de la latitud observada al paso por el meridiano superior e inferior y por la Polar.

Del texto de Sánchez Reciente, Manterola (2016) destaca la adecuada estructuración de los contenidos y su lenguaje claro y asequible para un lector primerizo.



### 7.13. *LECCIONES NAUTICAS (ARCHER, 1756)*

El texto de Archer respondía a la parte práctica del programa de 1742 vigente en la Escuela de Náutica de Bilbao, en donde explica el empleo del octante, las correcciones a las alturas observadas y la utilización de la trigonometría esférica y los logaritmos. En lo que se refiere al cálculo de la latitud utiliza el paso por el meridiano superior, inferior y fuera del meridiano, no lo explica por la Polar.

Las lecciones Náuticas de Miguel Archer utilizadas de libro de texto en la Escuela de Náutica de Bilbao han sido ampliamente referenciadas por (Fernández de Navarrete, 1846, p. 412-413); (Sellés y Lafuente, 1984, p. 170); (Llombart Palet, 1990, pp. 324-326); (Llombart Palet, e Iglesias Martín, 1998, pp. 531-533); (Llombart Palet Y Hormigón Blázquez, 1998, pp. 439-452); (Duo, 2000, p. 733); (Iglesias Martín, 2000, pp. 106, 110-113, 121, 123); (Sellés, 2000, p. 94-95); (Ibáñez, 2002, p. 52); (Manterola, 2016, p. 272-281), en las que, de forma general, resaltan mediante citas en cadena, que el texto escrito por Archer (1756) recibió la consideración de Juan, la modernidad del texto, la preocupación didáctica del autor manifestada a lo largo de toda la obra y que fue el primero que introdujo el octante en los textos náuticos en España. Los trabajos mencionados, obvian que Archer (1756) fue el primer autor de tratados náuticos que definió la Navegación como una Ciencia y la aplicó a los cálculos náuticos destinados a la resolución de la posición del buque, tanto por métodos astronómicos como de estima. Recurrió a la enseñanza de los fundamentos, superando la aplicación de reglas matemáticas que venían aplicando los anteriores tratadistas náuticos. En definitiva, diseñó una formación para los pilotos, que deja en entredicho la afirmación realizada por Sellés (2000) “Tampoco los pilotos aspiraban a más.” (p. 128), al situar el tope de contenidos formativos “en las nuevas Escuelas de Pilotos” en el texto de Cedillo (1745).

Es un texto que se adapta plenamente al plan de estudios que se cursaba en la Escuela Náutica de Bilbao y que además sirvió de texto en otras Escuelas de Náutica como la de A Coruña “El libro, al parecer, tuvo una notable acogida; Jorge Juan lo elogió y el Consulado de la Coruña lo impuso como manual en su escuela.” (Escolano, 1988, p. 64)

#### **7.14. COMPENDIO DE NAVEGACION (JUAN, 1757)**

El texto de Juan (1757) es un texto de navegación escrito para el uso de los guardiamarinas de Cádiz. Su contenido corresponde básicamente a un libro de navegación por estima, fundamentado en la trigonometría y la física aplicada, adecuado a la formación que se pretendía que alcanzasen los guardiamarinas de Cádiz<sup>250</sup>, en donde explica el empleo del octante, las correcciones a las alturas observadas y la utilización de la trigonometría esférica y los logaritmos. En lo que se refiere al cálculo de la latitud solo la explica al paso por el meridiano superior. En 1790 Mazarredo hizo una reedición del libro en el que incluyó el cálculo de la longitud por distancias lunares y por cronómetros.

El *Compendio de navegación* (1757) es considerado por Sellés y Lafuente (1984), Sellés (1988) (2000), Casado Rabanal (2009), García Garralón (2009), González González (2013), como un texto fundamental en la bibliografía náutica del XVIII y que significó la transición a la navegación científica, mientras Capel (1982) lo considera un libro escrito para los guardiamarinas, en el que se trataban los problemas básicos de la navegación, en donde se exponían de forma breve los métodos e instrumentos para su determinación.

El texto de Juan se ha incluido entre los textos a analizar, debido a que las Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla de 1786, aunque establecían como libro

---

250 Véase Sellés (2000) “[...] en la Academia nunca llegó a impartirse por completo el *Compendio de Juan*, [...]” (p. 123).

de estudio en la cuarta clase el de Bezout, aconsejaban utilizar el de Juan para ajustar los ejemplos y medidas a nuestros usos. Al ser en esos momentos un texto plenamente superado por el de Bezout, es comprensible quedase relegado el de Juan<sup>251</sup>. Dicho texto fue resucitado por el plan Wintuysen (1790) incluyéndolo en la formación de los pilotos.

### **7.15. *EL MARINERO INSTRUIDO* (BARREDA, 1765)**

El texto de Barreda siguiendo la tradición de los profesores del Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla fue escrito principalmente para la formación de los santelmistas cubriendo una etapa formativa que fue desde 1765 hasta 1790, en la que hasta 1788 se formaban por su propio programa de estudios, pero se examinaban de acuerdo con las OGA, 1748, mientras que a partir de 1788 en adelante se guiaron y examinaron por su propio plan de estudios.

Barreda recogió en su texto, de una forma práctica, el empleo del octante, las correcciones a las alturas observadas y la utilización de la trigonometría esférica y los logaritmos. En lo que se refiere al cálculo de la latitud utiliza el paso por el meridiano superior, inferior y por la Polar, tal como era habitual por los profesores del Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla.

Es un texto, que va en la línea de los editados en el Colegio de San Telmo de Sevilla, de escaso valor científico, aunque referencia los estudios que están realizando los franceses e ingleses para la determinación del cálculo de la longitud en la mar por distancias lunares, así como los adelantos obtenidos por Harrison con los relojes. Causa extrañeza su reedición en 1786, lo que permite comprender el retraso en la que estaba sumida la formación náutica respecto a la de otros países (Capel, 1982).

---

251 Véase Ordenanzas 1786, p. 100.

### **7.16. SUITE DU COURS DE MATHÉMATIQUES (BEZOUT, 1781)**

El *Cours de Mathématiques*, es un libro diseñado para formar pilotos científicos, como así pretendían las Ordenanzas de 1786, en el que el uso de las matemáticas pasa a primer término soportando su contenido. Incorpora todos los elementos que hemos considerado constitutivos de la navegación astronómica científica en la que los métodos de cálculo se auxilian de tablas logarítmicas para obtener la situación, utiliza los instrumentos de reflexión y obtiene la longitud por distancias lunares y cronómetros.

El libro de Bezout declarado de texto en las Ordenanzas de 1786 para el estudio de la cuarta clase significaba un salto importantísimo en la formación de los pilotos, a la que tenían que acceder después de haber cursado las primeras letras y adquirido una sólida base matemática en las anteriores clases<sup>252</sup>. Se pasaba de utilizar el texto de Barrera (1765) de contenidos elementales y conocimientos superados (Capel, 1982), a uno de corte científico que utilizaba los métodos de posicionamiento más modernos, lo que motivaron las 3 reediciones del texto, la última en 1809 aumentada por Garnier.

### **7.17. RESULTADOS**

En los capítulos anteriores, se han analizado los aspectos generales y los concretos correspondientes a los indicadores de los textos del corpus que va desde 1519 hasta 1781, en el que la práctica de la navegación pasó del empirismo a lo especulativo.

El corpus de textos de “Pilotage” quedó constituido por 15 obras con unas características definidas, entre las que destacaban el perfil docente del autor, que hubiesen sido declarados de texto y los que pudieron servir de guía y ayuda en la etapa anterior a la creación de la Cátedra de Navegación.

---

252 Véase: Ordenanzas de 1786.

De acuerdo con lo expuesto, nos adentraremos en la actualidad de los conocimientos desarrollados en los textos, teniendo en cuenta el momento en el que fueron escritos, a través de la incorporación de los indicadores analizados en los aspectos concretos.

### **7.17.1. Finalidad de los textos y su utilización en la enseñanza**

La regulación de la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en 1508 propició la aparición de un nuevo género técnico destinado a la transmisión de conocimientos especializados en la navegación oceánica.

Las Reales Cédulas que establecían los diferentes planes de estudio, no señalaban los textos que debían seguirse, pero desde el inicio los que se editaban cubrían, en mayor o menor medida, los contenidos básicos del programa formativo. La aparición del primer texto en 1519 escrito por Fernández de Enciso, transcurridos 11 años de la regulación de la formación de los pilotos, constituye el primer texto impreso por el que se debieron regir los pilotos, como así se pretendía en el privilegio real. El de Faleiro (1935), como el declara en el prólogo fue escrito en román paladino, ya que lo dirige a aquellos que no alcanzan la latinidad para que puedan adquirir los conocimientos contenidos en la obra. Cortés (1551) explicita en el prólogo de forma clara, que debe servir de provecho a los pilotos para realizar una navegación segura. El resto de textos al ser escritos por personal vinculado: a la Casa de Contratación Medina (1545, 1552), Zamorano (1585), García de Céspedes (1606), Cedillo (1745); al Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla: Cedillo (1717), Sánchez Reciente (1749), Barreda (1765); profesores de “pilotage”: Poza (1585), Archer (1756) y aquellos que se declararon de texto para la formación de pilotos: Juan (1757), Bezout (1781), consideramos que de acuerdo con los programas vigentes se adecuaron en mayor o menor medida a las necesidades formativas de los pilotos.

### 7.17.2. Incorporación en los textos de los indicadores

La evaluación de la incorporación de los indicadores seleccionados en los textos, no solo nos han posibilitado rastrear el instante en que se dio la transición a la navegación astronómica científica, sino que nos ha permitido seguir la evolución del contenido general de los textos y su adecuación a los planes de estudio vigente en cada momento.

Durante la primera etapa en la que estuvieron vigentes los planes de 1508, 1527 y el de 1552 hasta 1748 ninguno de ellos prescribía las correcciones a las alturas observadas, la aplicación de la trigonometría plana y esférica, la aplicación de los logaritmos ni la del octante. Sin embargo, los textos de García de Céspedes (1606) y Cedillo (1745) incorporan en sus textos la utilización de la trigonometría plana y esférica y el de Cedillo (1745), redactado para el uso de los guardiamarinas de Cádiz, añadía el empleo de logaritmos y aplicaba las correcciones a las alturas observadas.

El plan de estudios establecidos en las OGA, 1748 aunque representa el claro ejemplo de la indefinición en cuanto a lo que tiene que estudiar el piloto, no deja ninguna duda que ha de ser por el método más breve posible y no incluye las correcciones a las alturas observadas, la aplicación de la trigonometría plana y esférica ni el octante. El espíritu del plan de las OGA, 1748 lo recogió en su texto Sánchez Reciente (1749) en el que plasmó los conocimientos que debía tener un piloto a modo de recetario y con una simplicidad que recuerda los textos del XVI. Corresponde al mismo plan de estudios el libro de Barreda (1765) que se ocupó de incluir de una forma breve y sencilla las correcciones a las alturas observadas, la aplicación de la trigonometría esférica, los logaritmos y la utilización del octante.

Anteriormente, la Escuela Náutica de Bilbao en 1742 había puesto en marcha un plan de estudios innovador, de acuerdo con la ciencia náutica de ese momento, en el que entre las materias de estudio incluía los indicadores tratados, entre los cuales ya consideraba la Náutica/Navegación como una ciencia, incluyendo la parte práctica en las *Lecciones de Navegación* de 1756 de Archer.

El libro de Juan (1757) que fue declarado en las Ordenanzas de 1786 como complemento del de Bezout (1781), también incluía los indicadores prescritos, mientras que el de Bezout es un texto que ya está adecuado totalmente a la navegación astronómica científica.

### **7.17.3. Autores y banda de modernidad**

Teniendo en cuenta lo expuesto en el epígrafe metodología del capítulo correspondiente a la Introducción en el que se delimita la banda de modernidad de acuerdo con Hormigón (1995) e Ibáñez (2001), podemos considerar que durante la primera etapa de la formación de los pilotos 1508/1748 quedan fuera de la banda de modernidad los textos de Zamorano (1581), Poza (1585) por no incluir la explicación de la corredera y García de Céspedes (1606) además de la corredera no incluye el cuadrante de Davis.

Durante la segunda etapa 1748/1790 podemos considerar que se encontraban dentro de la banda de modernidad Cedillo (1717), Archer (1756), Juan (1757), Barreda (1765), y el de Bezout (1781). Quedan fuera de la banda de modernidad Cedillo (1745) y Sánchez Reciente (1749) por no incorporar el octante.

En cada caso, la no inclusión de la corredera el cuadrante de Davis, así como la del octante y su posible no explicación en las aulas, denota por una parte no estar al corriente de los adelantos técnicos del momento con el consiguiente perjuicio para los alumnos.

### **7.17.4. Adecuación de los textos a los planes de estudio y al objetivo docente**

En este epígrafe, atendemos a la adecuación de los textos analizados de acuerdo con el plan de estudios al que se le puede asociar por fecha de edición, o por el plan de estudios en el cual ha sido recomendado o establecido su obligatoriedad.

La obra de Enciso (1519), es una obra escrita durante los inicios de la formación de los pilotos, en el que el plan vigente era el de 1508, el piloto mayor, era el encargado

de enseñar y examinar a los aspirantes a piloto. Tiempos en que el piloto mayor era un profesional eminentemente práctico, en el que la guía de su magisterio se fundamentaba en la experiencia a bordo de los buques, ya que no existían libros dedicados exclusivamente a este menester. Aunque Enciso no explica el uso del cuadrante y del astrolabio si enseña el regimiento del Sol y el de la Polar. Por lo que debió servir de gran utilidad para aquellos que se adentraban en el Arte de Navegar como así expresó en el privilegio real, en el sentido que el libro, debía servir para que los pilotos y mareantes aprendiesen el Arte de Navegar. El peso de las materias viene a confirmar lo expresado por Ibáñez (2002b), cuando la considera como una obra “de contenido teórico reducido” (p. 38).

En las fechas en las que se edita los libros de Faleiro (1535), Medina (1545) y Martín Cortés (1551), el procedimiento que se seguía para los exámenes de piloto de la Carrera de Indias era el establecido por la Real Cédula de 2 de agosto de 1527, que iba dirigida a Sebastián Caboto, piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla, en la cual se establecían los siguientes conocimientos que debían tener los pilotos: echar punto en la carta, sacar los rumbos, conocer al detalle las tierras que contiene, saber utilizar el astrolabio y el cuadrante y las tablas de declinación del Sol, el cálculo de la latitud por el Sol y la Polar. El texto de Faleiro (1535), no cubre los requisitos mínimos para considerarse su adecuación, ya que no trata sobre el cuadrante y el astrolabio ni tampoco sobre como echar el punto en la carta, aunque indudablemente, debió ser un libro de consulta utilizado por los pilotos, sobre todo por aquellos que quisiesen ampliar sus conocimientos cosmográficos y por ser un libro más técnico que el editado por Fernández de Enciso. El de Medina (1545) es un libro escrito por quien se había dedicado a enseñar y examinar a los pilotos, conocedor de los recursos técnicos necesarios para realizar los viajes oceánicos con seguridad, que los plasmó de forma ordenada, sobrepasando por su contenido los conocimientos exigidos en el plan de 1527 y a los libros de Navegación editados hasta la fecha. Martín Cortés (1551) escribió *El breve Compendio de la Sphera [...]*, este texto marcó una diferencia con las anteriores obras de náutica escritas para la



formación de los pilotos, tanto por los temas tratados, como por la forma de abordarlos. A pesar de que el libro se editó en 1551, sus contenidos se anticiparon a los exigidos en el plan de 1552, tanto es así, que parece razonable pensar que pudieron inspirarlo.

Durante la vigencia del plan de 1552 (1552-1748), corresponden las siguientes obras: Medina (1552), Zamorano (1581), Poza (1585), García de Céspedes (1606), Cedillo (1717), Cedillo (1745). Con respecto al *Regimiento de navegación* de Medina (1552), en el capítulo 3, hemos reflejado que a Martín-Merás (2003) no le cabía duda de que fue un libro utilizado en la cátedra junto con la traducción de la Esfera de Chaves. Después de analizar el texto, del que se desprende que no trata los temas sobre el astrolabio, ballestilla y cuadrante, en cuanto a su fabricación, así como tampoco el uso del reloj diurno, materias que se incluían en el programa de estudios de 1552 y no encontrar fuentes que acrediten documentalmente, directamente o indirectamente, su utilización, nos hacen disentir de la afirmación dada por Martín-Merás (2003), pero si nos lleva a considerar, por su estructura y sencillez de exposición, que el *Regimiento de Navegación* pudo ser utilizado como un manual de navegación, - fundamentado en reglas nemotécnicas de fácil comprensión, muy adecuado a la instrucción que tenían los pilotos y maestros- de útil uso a bordo. Las obras de Zamorano (1581), Poza (1585), Céspedes (1606) y Cedillo (1717), exceptuamos la de Cedillo (1745) – para esta consideración, por haber sido escrita cuando ya era director de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz- fueron obras escritas exclusivamente para la formación de los pilotos, en las que cabe destacar su línea evolutiva, tratándose de adecuar a los adelantos que proporcionaba la ciencia y la técnica del momento.

La promulgación de las OGA, 1748 trajo para los pilotos la implantación de un nuevo plan de estudios, siendo los libros que se utilizaron para su formación, los de: Sánchez Reciente (1749), Archer (1756) y Barreda (1765). Escritos por maestros de náutica para la instrucción de los pilotos, en el que el de Archer (1756) rompió con la línea pedagógica clásica, seguida por los profesores del Colegio de San Telmo de Sevilla, iniciada por Cedillo (1717), inaugurando una nueva forma de afrontar la formación de los pilotos,

basada en el razonamiento y en la utilización de las matemáticas para la resolución de las cuestiones náuticas y la introducción de los modernos instrumentos de navegación, es decir, utilizando la ciencia y la técnica del momento. Al no seguir la línea pedagógica marcada en los libros de navegación por Cedillo (1717) (1745) continuada por Sánchez Reciente (1749) y Barreda (1765) , autores que estructuraron sus tratados de acuerdo con la definición dada de “Náutica” como un “arte”, que se divide en teórica y práctica, la parte teórica comprende la que enseña los preceptos astronómicos e hidrográficos y la construcción de los instrumentos náuticos, reservando la práctica para el uso de dichos instrumentos y la aplicación de los conceptos teóricos a la navegación. Mientras que dejaban el estudio de la matemática como una disciplina aparte, con sus propios textos, Cedillo (1718), Sánchez Reciente (1742, 1751) y Barreda (1765). Como contrapartida Archer (1756) concibe el texto para la formación de los pilotos, desde una óptica global, en la que integra todos los conocimientos necesarios para el piloto en un solo texto, en el que empieza definiendo “Náutica” como una “ciencia” que se vale del conocimiento de varias partes de la matemática, a partir de ahí, continúa con los conceptos básicos de geometría, trigonometría y geografía, disciplinas que por estar conectadas con la navegación, facilitan al alumno la introducción en el estudio de la misma, pasando a explicar las cuestiones generales propias de la navegación desde una perspectiva inédita en los textos españoles. Siguiendo lo expresado por Archer (1756) en la página correspondiente a las tablas de diferencia en latitud y apartamiento, cuando se refiere a los ejemplos que ha citado para esas tablas, remite a los curiosos, a los manuales ingleses, guiándonos por esa referencia, hemos seleccionado tres textos de navegación de autores ingleses coetáneos como: Wilson (1715), Patoun (1739) y Atkinson (1747, 1sted. 1686), una vez analizados los textos ingleses, hemos podido comprobar que estos libros guardaban la misma estructura didáctica que la que presenta Archer (1756), con la salvedad que no incluían ni los instrumentos de tomar alturas, ni aplicaban las correcciones a las alturas observadas, mientras que Atkinson (1747, 1sted. 1686) marca la diferencia con los demás por la amplitud en la que trató los fundamentos de la trigonometría esférica

y su aplicación a la navegación. A la coincidencia en la estructura de los textos hay que añadir la profusión de ejemplos que proponían para cada caso y la escasez de contenidos cosmográficos. La coincidencia en estas características, nos hacen suponer que Archer (1756) se inspiró en estos textos para escribir sus *Lecciones Náuticas*.

En 1786 las Ordenanzas para el Colegio de San Telmo de Sevilla, establecieron un nuevo plan de estudios para los santelmistas, en las que se incluían los libros que se tenían que utilizar en la formación náutica de los pilotos, entre los que estaban los libros de: Juan (1757) y Bezout (1781). El libro de Juan (1757) escrito para la formación de los guardiamarinas de Cádiz, considerado por Sellés y Lafuente (1984) como la transición a la navegación científica en España. Mientras que, el de Bezout (1781) iba a posibilitar la llegada de la formación de los pilotos a la culminación de la navegación astronómica científica, que quedó abortada por la rápida derogación del plan de estudios (1786) por parte de la Armada.

El plan Winthuysen (1790), para la formación de los pilotos, estableció para la asignatura de Navegación el de Juan (1757), al que había que añadir los conocimientos sobre el cálculo de la longitud por distancias lunares de acuerdo con las reglas trigonométricas y también por comparación de relojes, así como el cálculo de la latitud a cualquier hora del día, sin especificar texto a seguir.

#### **7.17.5. Evolución de la formación de los pilotos en España siglos XVI al XVIII**

En este epígrafe, a través de los textos, vamos a tratar de determinar la evolución de la formación de los pilotos. El periodo evaluado es muy desigual, ya que parte del inicio de la formación, que era eminentemente práctica, en la que el piloto escasamente sabía leer y escribir y al final del periodo, la formación encuentra el equilibrio entre lo teórico y lo práctico resultando un piloto que recibe una formación reglada en la que se le exige unos conocimientos previos para ingresar en las Escuelas de Náutica donde será formado en: Aritmética, Geometría, Trigonometría plana y esférica, Dibujo,

Cosmografía, Maniobra, Estiba y Mecánica aplicada al buque, complementado con los periodos de embarque reglamentarios.

Los diversos planes de estudios que se pusieron en vigor desde la Casa de Contratación y posteriormente por las OGA, 1748 no estuvieron soportados por textos oficiales. Aunque, hubo personalidades técnicas vinculadas a la Casa de Contratación de Sevilla como: Faleiro (1919) y Medina (1545, 1552) que escribieron textos, que en mayor o menor medida se ajustaban a los programas formativos, por otra parte, Fernández de Enciso (1519) y Cortés (1551) sin ninguna vinculación que sepamos ni con la formación ni con la Casa de Contratación, escribieron sendos textos, que en diferentes momentos de la formación de los pilotos marcaron un camino a seguir, el primero por ser pionero en los textos de “Pilotage” y el segundo por introducir novedades en su texto. A partir de ahí, catedráticos de navegación y pilotos mayores como: Zamorano (1581), García de Céspedes (1606), Cedillo (1745), profesores itinerantes como Poza (1585), profesores del Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla como: Cedillo (1717), Sánchez Reciente (1749) y Barreda (1765) escribieron texto de “Pilotage” utilizados en la formación de los pilotos.

El primer texto que podemos considerar oficial es el de Archer (1756) que fue utilizado en la Escuela de Náutica de Bilbao, al que siguieron el de Juan (1757) declarado de texto en las Ordenanzas de (1786) y en el Plan Winthuysen (1790) y el de Bezout (1781) en las Ordenanzas de (1786).

Un instrumento fundamental para evaluar la evolución de la formación de los pilotos son los textos en donde estudiaron, por lo que se hace necesario determinar el periodo en que se utilizó cada uno de los textos vinculados con la formación de los pilotos (véase figura 7.1), para ello, hemos tenido en cuenta el año en que se editó, el plan de estudios vigente en ese momento, los datos que tenemos sobre la fecha en que se utilizaron, fecha en la que se declaró de texto en su caso, o si hay constancia que fue declarado de uso obligatorio en alguna de las Escuelas de Náutica.

Autor	1519	1535	1545	1551	1552	1581	1585	1606	1717	1745	1749	1756	1757	1765	1781	1790
Fernández de Enciso (1519)	■	■	■	■	■											
Faleiro (1535)		■	■	■	■											
Medina (1545)			■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Martín Cortés (1551)				■	■	■	■	■	■	■	■					
Medina (1552)					■	■	■	■	■	■	■					
Zamorano (1581)						■	■	■	■	■	■					
Pozas (1585)							■	■	■	■	■					
García de Céspedes (1606)								■	■	■	■					
Cedillo (1717)									■	■	■					
Cedillo (1745)										■	■	■	■	■	■	■
Sánchez Reciente (1749)											■	■	■	■	■	■
Archer (1756)												■	■	■	■	■
Juan (1757)													■	■	■	■
Barreda (1765)														■	■	■
Bezout (1781)															■	■

**Figura 7.1.** Vigencia didáctica de los textos del corpus de “Pilotage”. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, desde el inicio de la regulación de la formación de los pilotos hasta el plan de 1552, aunque de contenidos muy desiguales, hay 4 textos que pudieron cubrir sus necesidades formativas, los 2 primeros de corte elemental: Fernández de Enciso (1519) y Faleiro (1535), los otros 2 de contenidos más avanzados y completos: Cortés (1551) y Medina (1552) pudieron servir a la formación de los pilotos hasta que se promulgó el plan de las OGA, 1748. Estos dos textos, que en mayor o menor medida respondían al programa de estudios de 1552, constituyeron el soporte formativo de los pilotos españoles durante casi 200 años. Con carácter general, el resto de los textos editados en esta primera etapa cubrieron el programa formativo del 1552, al menos, a la parte correspondiente a la navegación. Entre los textos de esta etapa hay que destacar dos, con una diferencia de 139 años, por la brecha en la transmisión de conocimientos que produjeron en los libros de “Pilotage”,

el primero se trata del de García de Céspedes (1606) en el que incluía las demostraciones aunque no para uso de los pilotos sino para que los matemáticos pudiesen comprobarlas constituía algo inusual en un texto de “Pilotage” y el segundo el de Cedillo (1745) que introduce las correcciones a las alturas observadas y utiliza los logaritmos, para Sellés (2000) constituía el tope de los manuales empleados por los pilotos.

Durante la segunda etapa los pilotos se formaron por los planes de estudio de la Escuela de Náutica de Bilbao de 1742 (específico para sus alumnos), las OGA, 1748 (general), el de las Ordenanzas de 1786 y 1788 (específico para los santelmistas) y el plan Winthuysen de 1790 (general excepto para los santelmistas). El texto que destacó fue el de Archer (1756) iniciando una nueva etapa en la redacción de manuales de navegación. Por otra parte, hasta la promulgación de las Ordenanzas de 1786 los santelmistas se formaron por los textos de Sánchez Reciente (1749) y Barreda (1765). El de Juan (1756) fue incluido de texto en los planes de las Ordenanzas de 1786 y en el plan Winthuysen de 1790 y el de Bezout (1781) en las Ordenanzas de 1786.

A pesar de lo que significaron en su tiempo los textos de Cedillo (1745), Archer (1756) y Juan (1757) continuar incluidos como textos de estudio, junto con el de Barreda (1765) más allá de 1790, indica la ausencia de un texto general contemplando las materias contenidas en el nuevo plan de estudios vigente y que se seguía formando a los pilotos en los viejos manuales, complementando con apuntes los nuevos métodos de posicionamiento astronómico. A finales del siglo XVIII aún no existía un manual de “Pilotage” español para uso de los pilotos, que respondiese al plan Winthuysen de 1790, lo que debió repercutir en la formación de los pilotos al trasladar el papel fundamental que debía cumplir el texto a los profesores.

## CONCLUSIONES







## CONCLUSIONES

En esta tesis se ha delimitado la transición a la navegación astronómica científica y cómo afectó a la formación de los pilotos españoles. Lo más relevante de la delimitación fue establecer el instante en que ocurrió y su interrelación con la formación de los pilotos.

A continuación, se detallan los logros y conclusiones principales que derivan del estudio realizado.

Los logros conseguidos en esta tesis consisten en:

La aportación documental que, unifica los diversos criterios sobre el periodo de oír la Cátedra de Navegación en la Casa de la Contratación de Sevilla para poderse presentar al examen de piloto de la Carrera de Indias, estableciéndolo en dos meses incluidos los festivos al menos en el período 1568-1717. La investigación se centró en la revisión de los expedientes de exámenes de pilotos desde 1568 hasta 1717, última fecha en la que encontramos expedientes de pilotos de la Casa de Contratación. Esta investigación nos proporcionó la localización del expediente de examen de piloto de la provincia de Nueva España de Antonio de Gaztañeta e Iturrizalza (1656-1728), documento inédito que completa su biografía. Por la importancia del documento, con los resultados de la investigación realizada para esta tesis, se redactó un artículo titulado Antonio de Gaztañeta e Iturrizalza (1656-1728) Notas Biográficas Inéditas, publicado en Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Vol. 42 (Nº. 86) 2019, incorporado como referencia en esta tesis.

La confección de un corpus de textos de “Pilotage” utilizados en la formación de los pilotos en los siglos XVI al XVIII, que constituyen una unidad de estudio fundamental para el análisis de los contenidos formativos y su evolución, así como un estudio bibliométrico sobre el listado de obras de navegación que ha originado un artículo titulado La edición de textos sobre navegación durante los siglos XVI – XVIII: Un apunte histórico, que será publicado en la revista *Espacio Tiempo y Forma. Serie IV, Historia Moderna* (UNED) en el número correspondiente de 2020.

Como complemento al estudio de los textos de “Pilotage” se analizó la evolución del cálculo de la latitud observada por meridiana del Sol en la España de los Austrias, con los siguientes objetivos: describir los métodos utilizados, conocer su evolución y verificar el grado de conocimientos sobre astronomía de posición utilizados en la formación de los pilotos en el periodo comprendido entre 1508 y 1700. El resultado originó el artículo titulado Evolución del cálculo de la latitud por la altura meridiana incluido en los textos para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en tiempo de los Austrias. *Naveg@mérica. Revista electrónica editada por la Asociación Española de Americanistas* [en línea]. 2020, n. 25.

La incorporación de aportaciones comparativas entre las obras que constituyen el corpus de “Pilotage” y los diversos planteamientos sobre los planes de estudios de los pilotos de forma novedosa y crítica, con un resultado alejado de las diversas líneas establecidas en cuanto a la transición a la navegación astronómica científica en España y la formación de los pilotos, sobre lo que se publicará un artículo titulado La influencia del Museo Matemático de Bilbao (1742) y las Lecciones Náuticas (1756) de Miguel Archer, en el Tránsito del “Arte de Navegar” a la “Navegación Astronómica Científica” en la formación de los pilotos españoles, en *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* en el número correspondiente a 2021.

Otro de los logros conseguidos ha consistido en la determinación del origen de la singularidad del texto de Archer (1756) con respecto al resto de textos del corpus. Guiados por su referencia realizada a los manuales ingleses en las tablas de diferencia de latitud, y apartamiento, nos llevó a investigar los textos de autores ingleses coetáneos como: Wilson (1715), Patoun (1739) y (Atkinson, 1747, 1sted. 1686), una vez analizados hemos podido comprobar que, en líneas generales, guardan la misma estructura didáctica que la que presenta Archer (1756). No hemos encontrado ningún autor que haga referencia a la influencia que ejercieron en Archer los textos ingleses, ni que haya trabajado en esa línea de investigación. Por otra parte, consideramos interesante, poder añadir a la biografía de este ilustre profesor su condición de piloto particular.

Lo expuesto a lo largo de esta tesis, siguiendo el orden establecido en los objetivos específicos, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. La búsqueda, localización, acopio y análisis de las fuentes y las referencias bibliográficas posibilitaron esta tesis, a la vez que nos permitió confeccionar un estudio sobre la producción de obras de náutica en los siglos XVI al XVIII. Con lo que hemos podido constatar que la producción de obras de navegación no guarda interrelación con los acontecimientos administrativos, ni tampoco se puede determinar que respondiese al desarrollo de la ciencia náutica ni a las nuevas necesidades formativas que requerían los pilotos.
2. El Colegio de San Telmo de Sevilla y las Escuelas de Náutica de Bilbao y Barcelona constituyeron tres pilares fundamentales en la evolución de la formación de los pilotos españoles, desde donde se proyectó la necesidad que el piloto tuviese una formación académica de acuerdo al momento que vivía la ciencia y las necesidades que requería la navegación, en determinados casos enfrentándose a las instituciones en las que recaía la responsabilidad de ordenar las enseñanzas del pilotaje. Estos centros, a través de sus Ordenanzas, se dotaron de una organización

- y estructura académica muy superior a la que requerían la Casa de Contratación de Sevilla durante el primer periodo (1508/1748) y las OGA, 1748/1790 durante el segundo.
3. Las Escuelas Departamentales de Navegación creadas para formar a los pilotos de la Armada y examinar a los pilotos particulares para obtener su nombramiento, constituyeron un nuevo modelo de organización de la enseñanza, con una total dependencia de la Armada a través de las OGA, 1748. Siguiendo su modelo formativo y organizativo, en los principales puertos se fueron creando Escuelas de Náutica, en la que los profesores eran nombrados por el piloto mayor de la Armada, y como tal dependencia, Escuelas y profesores eran relacionados en los Estados generales de la Armada como una extensión de ella. Por lo que nos lleva a considerar que, las Escuelas Departamentales de Navegación constituyeron el antecedente de las Escuelas de Náutica.
  4. La descripción de los planes de estudio del Colegio de San Telmo de Sevilla, de la Escuela Náutica de Bilbao y la de Barcelona nos ha posibilitado conocer que, encabezados por sus primeros maestros como: Pedro Manuel Cedillo, Miguel Archer y Sinibaldo Mas se preocuparon de proporcionar a sus respectivos alumnos de unos conocimientos náuticos superiores a los exigidos por los diferentes planes de estudios programados por la Casa de Contratación, por las OGA, 1748 y por el plan Winthuysen (1790). La derogación del plan de estudios de 1786 para los pilotos de los Colegios de San Telmo atrasó la evolución de la formación de los pilotos y el plan Winthysen se encargó de mantenerla en esa línea.
  5. La verificación entre lo legislado para la formación de los pilotos y su aplicación, nos ha permitido conocer que en la primera etapa (1508/1748), no siempre se cumplieron los requisitos establecidos por la casa de Contratación de Sevilla en lo que respecta a los exámenes de pilotos y lugar de impartición de las clases.

6. La inclusión de los pilotos en las OGA, 1748 significó el inicio de la supeditación de la formación de los pilotos a la Armada, que se consolidó con la implantación del plan Winthuysen, dicha supeditación se extendió más allá del periodo de estudio que abarca este trabajo.
7. El estamento social de origen siguió actuando como una barrera infranqueable y un lastre del que no pudieron deshacerse los pilotos y les persiguió durante toda la época que abarca este estudio. En definitiva, los pilotos fueron damnificados por la Administración bajo los Austrias y los Borbones, fundamentalmente por la escala social de la que provenían y aún hoy en día, su figura continua difuminada en la historia, como es patente en la mayoría de los casos, en las que se les denomina con el genérico de marino, cosmógrafo o por su graduación militar aquellos que la tuvieron, ignorando su condición de piloto.
8. La identificación de los aspectos claves que marcaron la transición la hemos focalizado en factores como la aplicación de: la definición de Náutica/Navegación, las correcciones a las alturas observadas, la trigonometría esférica y los instrumentos de reflexión.
9. La identificación de los agentes que intervinieron en la transición a la navegación astronómica científica se ha localizado en la Escuela de Náutica de Bilbao, por ser el primer centro de formación de pilotos que, en su programa de estudios incluyó todos los elementos que se han considerado constitutivos de la transición y personalizado en la figura del piloto particular Miguel Archer que diseñó su plan de estudios.
10. La investigación realizada nos ha permitido situar cronológicamente a través de los textos utilizados en la formación de los pilotos, su incorporación a la navegación científica astronómica, de una forma aséptica, sin entrar en los motivos que la causaron, focalizándolo en los avances de la ciencia y la técnica aplicada

a la navegación y su aparición en los textos españoles. Los avances científico-técnicos aplicados a la navegación, como: la corredera, el cuadrante de Davis, el cuadrante de reducción, el octante, así como el cálculo de la longitud por distancias lunares y por relojes, llegaron tarde a los textos de “Pilotage” españoles dedicados a la formación de los pilotos, cuando ya llevaban mucho años implantados, como se ha podido comprobar en esta tesis.

Lo expuesto en esta memoria nos permite aceptar las hipótesis planteadas ya que:

Los pilotos no recibieron una formación adecuada fundamentado en que los planes de estudio no siempre contemplaron los adelantos de la ciencia náutica, tampoco se adecuaron los contenidos de la materia propedéutica como las matemáticas, destinadas a un mejor entendimiento de la astronomía náutica, ni en algunos momentos se respetó la duración establecida para su formación, llegándose incluso a acortar y vaciar de contenido el plan de 1786 para los Colegios de San Telmo.

La implantación del plan de estudios contenido en las OGA, 1748, ralentizó la línea evolutiva que se inició en los colegios de San Telmo y la Escuela de Náutica de Barcelona, que vieron como sus planes de mejora en la formación, eran derogados o no admitidos, por no ajustarse a las OGA, 1748 condicionando el desarrollo académico profesional y científico de los pilotos.

En el plan de estudios de 1742 de la Escuela de Náutica de Bilbao se introdujeron los elementos que hemos considerados constitutivos de la transición a la navegación astronómica científica, que su autor Miguel Archer plasmó en sus *Lecciones Náuticas* de 1756.

La constitución de las Escuelas Departamentales de Navegación en donde se formaban los pilotos de la Armada de acuerdo con un plan de estudios más práctico que teórico, según el cual se debía examinar los pilotos particulares, fue el modelo que la Armada exportó para las Escuelas de Náutica.

Sobre el modelo de formación ideado para las Escuelas Departamentales de Navegación, añadiéndole los nuevos métodos de posicionamiento astronómico y estableciendo un periodo lectivo de dos años, Winthuysen ideó su plan de 1790, lo que culminó el retroceso de la formación de los pilotos.

Para finalizar, consideramos que hubiese sido interesante para la investigación, poder completar la transición a la navegación astronómica científica, mediante la inclusión de su inicio en la práctica de la navegación, es decir, el instante en el que los pilotos a bordo de los buques de una forma efectiva utilizaron los indicadores analizados en este trabajo, como la trigonometría esférica, los logaritmos, los instrumentos de reflexión y las correcciones a las alturas observadas. Para los cual hubiese sido necesario seleccionar, procesar, estudiar y analizar los Diarios de Navegación, a fin de poder realizar un mapa que nos indicase cuando fueron introducidos en la práctica de la navegación y como fueron evolucionando. Por la importancia de la temática y por lo poco investigado que está, también consideramos la investigación tendente a la comparación de textos españoles con los europeos, ya que conocemos que Europa aprendió a navegar en libros españoles, pero está por investigar las fuentes por las que se guiaron nuestros tratadistas náuticos del XVII y XVIII. Por su extensión, dicho trabajo queda fuera de esta memoria, que no la consideramos como un estudio cerrado, por lo que constituyen líneas de investigación a continuar.





## FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA





## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AGI:	Archivo General de Indias
AGMAB:	Archivo General de la Marina Álvaro de Bazán
AGS:	Archivo General de Simancas
AHUS:	Archivo Histórico Universitario de Sevilla
ANC:	Archivo Naval de Cartagena
BC:	Biblioteca de Catalunya
BDRAH:	Biblioteca digital Real Academia de Historia
MNM:	Museo Naval de Madrid (Sección de Manuscritos)
OGA:	Ordenanzas Generales de la Armada



## FUENTES MANUSCRITAS

AGI. CONTRATACION, 5784, L.1, F.95-95V. Nombramiento de Jerónimo de Chaves como cosmógrafo y catedrático de Cosmografía de la Casa de la Contratación. 1552-12-4 Monzón.

AGI, CONTRATACION, 5784, L.3, F.94. Nombramiento de Andrés García de Céspedes como Piloto Mayor de la Casa de la Contratación. 1596-06-13, Toledo.

AGI, INDIFERENTE, 418, L.3,F.326V-328V, Real Provisión al piloto mayor de Juan [Díaz] de Solís y al piloto Juan Vespuche, para que después de oídos los pareceres de la mayor cantidad posible de pilotos, hagan un padrón real de la navegación de todas las Indias por el que han de regir sus viajes todos ellos, que lo pongan en la Casa de la Contratación y que Vespuche pueda sacar traslados del mismo firmado de su nombre, bajo la pena de 50 doblas aplicadas para las obras de la Casa de la Contratación al piloto que use de otro padrón y la pérdida del oficio y 10.000 maravedís para las dichas obras al que vaya sin astrolabio, ordenándose a los que hallen nuevas tierras que vayan a dar su relación a los citados pilotos para que lo asienten en dicho padrón. 1512-07-24, Burgos.

AGI, INDIFERENTE, 421, L.12, F.185V-187R. Real Cédula a Sebastián Caboto, piloto mayor, sobre las órdenes que ha de guardar en el examen de los pilotos de Indias (10 capítulos). 1527-8-2 Valladolid.

AGI, INDIFERENTE, 1961,L.1,F.21R(1), Real Cédula a los Oficiales de la Casa de la Contratación nombrando piloto a Vicente Yáñez Pinzón, señalándole 40.000 maravedís de salario anual mientras esté en tierra, 48.000 maravedís de salario anual mientras navegue, y dos cahices de trigo al año para provisión de su casa [extracto]. Dada en Burgos a 22/03/1508.

AGI, INDIFERENTE, 1961, L.1, F. 21R(2), Real Cédula a los oficiales de la Casa de la Contratación nombrando piloto a Juan Díaz de Solís, señalándole 40.000 maravedís de salario al año en el tiempo que estuviere en tierra y 48.000 maravedís de salario al año en el tiempo que navegare y dos cahices de trigo al año para provisión de su casa (extracto). Dada en Burgos a 22/03/1508 dada en Burgos.

AGI. INDIFERENTE, 1962, L.6, F.164R-164V. Real Cédula a los oficiales de la Casa de la Contratación para que entreguen el patrón para hacer cartas de marear a Pedro de Medina, vecino de Sevilla, a quien se ha dado licencia para hacer éstas y otros instrumentos, y para que lo llamen para estar presente en los exámenes que se hagan a maestros y pilotos, como un cosmógrafo más.

AGI, INDIFERENTE, 1963, L.9,F.176V. Real Cédula a Diego Gutiérrez, cosmógrafo, vecino de Sevilla, para que no haga cartas de marear que no estén conformes con el patrón general. 1545-02-22, Valladolid.

AGI. INDIFERENTE, 1964, L.10, F.242-243. Real Cédula a Sebastián Caboto, piloto mayor, para que en adelante no examinen a ninguna persona de maestro o piloto sin traer testimonio de escribano público sobre su naturaleza, vecindad y estado. 1547-8-2 Monzón.

AGI. INDIFERENTE, 1967, L.16, F.312-313. Real Cédula a los oficiales de la Casa de la Contratación: - notificando que verán el caso del bachiller Jerónimo de Chaves, cosmógrafo, sobre la subida de su sueldo. - para que los pilotos y maestros que se han de examinar sepan leer el libro del regimiento de la navegación y firmar con

sus nombres. - para que no den licencia a persona alguna para poder ir a Indias por Canarias sin nuestro consentimiento. 1568-2-25 Madrid.

AGI, INDIFERENTE, L.1, F. 20V-21. Real Cédula a los Oficiales de la Casa de la Contratación nombrando piloto a Juan de la Cosa, señalándole 40.000 maravedís de salario anual mientras esté en tierra, 48.000 maravedís de salario anual mientras navegue, y dos cahices de trigo al año para provisión de su casa. 22/03/1508 dada en Burgos.

AGI, INDIFERENTE, L.1, F.65V-67. Real Provisión a Américo Vespucio, piloto mayor, concediéndole facultad de examinar a los pilotos que hayan de ir a Indias, dándoles carta que los acredite como tales pilotos; y a los oficiales de la Casa de la Contratación para que hagan reunir a todos los pilotos más expertos y bajo la dirección de Américo Vespucio se reúnan los pilotos y rehagan el padrón general, dándole el nombre de padrón real. 1508-08-06, Valladolid.

AGI, PATRONATO, 251, R.1. Real Provisión de los Reyes Católicos ordenando establecer en Sevilla una Casa de la Contratación y promulgando las primeras Ordenanzas para su gobierno. Alcalá de Henares, 20 de enero de 1503.

AGI. PATRONATO, 262, R.2. Expediente promovido por el licenciado Andrés García de Céspedes, cosmógrafo mayor de las Indias Occidentales, sobre que se use de los instrumentos, regimiento y arte de navegar enmendados por él, por hallarse salvados ciertos errores que contenían las cartas de navegación. 1599.

AGI, PATRONATO, 262, R.6. Memoriales e informes pertenecientes al capitán Lorenzo Ferrer Maldonado, acerca de los secretos que ha hallado sobre la aguja fija y grados de longitud para la navegación. Pide se le haga merced. 1615.

AGMAB 3366 Cuerpo Pilotos. Generalidad.

AGMAB 3389/2 Cuerpo Pilotos. Asuntos Personales

AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Correcciones efectuadas a las Ordenanzas de 1786 por Francisco Javier Winthuysen 16 de febrero de 1788, firmado por Francisco Javier Winthuysen.

AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 984. Documento que se adjunta al ejemplar modificado de las Ordenanzas del Colegio de San Telmo de Sevilla 1786. 9 de noviembre de 1787, firmado por Francisco Javier Winthuysen

AGMAB Colegio de San Telmo. Legajo 988. Informe de Porlier y Machado (1785).

AGMAB. Colegio de San Telmo. Legajo 988. Informe en virtud de Real Orden de 11 de marzo último sobre la ordenanza dispuesta por el gobierno y enseñanza del Colegio de San Telmo de Sevilla. 9 de abril de 1788, firmado por José de Mazarredo

AGS. Marina. Legajo 206.

AGS. Marina. Legajo 212.

AGS. Marina. Legajo. 213. Escrito enviado el 24 de mayo de 1774 al Baylio Don Julián de Arriaga.

AHUS Libros 217/270. Información de legitimidad y limpieza de sangre de los colegiales del Real Colegio Seminario de San Telmo. Años 1721-1841.

AHUS Libros 271 a 281. Recepción y salida de colegiales del Real Colegio Seminario de San Telmo. Años 1682-1832.

AHUS Libro 284. Entrada de clases de los colegiales del Real Colegio Seminario de San Telmo y razón individual de los viajes que han hecho.

AHUS Libro 285. Listas de colegiales de Real Colegio Seminario de San Telmo, que salieron para embarcarse. Años 1682-1839.

AHUS. Libros 303-307 de informaciones de nobleza de caballeros porcionistas del Real Colegio Seminario de San Telmo. Años 1791-1810.



AHUS. Libro 308 de recepción y salida de caballeros porcionistas nobles del Real Colegio Seminario de San Telmo. Años 1791-1810.

AHUS. Libro 311. Libro 2º de Acuerdos de la Universidad de Mareantes, administradora del Real Colegio Seminario de San Telmo (1754-1781).

AHUS. Libro 325. Libro 1º donde se copian las Reales Cédulas y ordenes de S.M. que se expiden para el gobierno del Real Colegio de San Telmo. Fecha(s) 1787 – 1812.

ANC. Libro 9. 877, 5. Antiguo Legajo PIA, P6,9. Cuerpo de pilotos. Pilotos de todas las clases del departamento desde 01/07/1770 hasta 28/02/1773.

ANC. Archivo Naval de Cartagena. El Libro nº 1: En el que se copian las cartas escritas al comandante general de este departamento. Desde el mes de septiembre de 1780., en la hoja fechada a 19 de febrero de 1801.

ANC. Archivo Naval de Cartagena. Libro 11. 878,2. Antiguo Legajo PIA, P6, 11. Cuerpo de Pilotos. Pilotos de todas las clases del departamento. Archivo Naval de Cartagena.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 13. fols 19-20. Informe de la Junta de Comercio de 22 de febrero de 1776.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42. fols 19-24. Copia modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1778.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 17. fol. 18. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1778.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 17. fols. 17-22. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1778.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42. Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1797, 1773 y modificación de 1778.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 42. Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1797, 1773 y modificación de 1778. BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 30. fols. 16-19. modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1788.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII. Doc. 25. fols 8-9. Modificación Ordenanzas de la Escuela Náutica de 1785.

BC Fons Junta de Comerç. Legajo XXVII doc. 52 fols. 40-41, 102, 104-105.

BDRAH. Certificado, 1733 agosto 14, expedido en Cádiz por Pedro Manuel Cedillo, Director de la Academia de Marina, en (1733 agosto 14) - Cedillo, Pedro Manuel.

MNM. Ms. 32 Colección Martín Fernández de Navarrete. Ms.32 (fols.333-338) Parecer de don Francisco de Varte. MN. C

MNM. Ms. 895, doc. 1, fol. 1-7: “Instrucción General para la disciplina, estudios y exámenes que deben seguirse en las Escuelas Reales y Particulares de Náutica del Reino, Formada por D. Fco. Winthuysen y aprobadas en 26 de febrero de 1790”.

## LEGISLACIÓN SOBRE ENSEÑANZAS NÁUTICAS

*Ordenanzas reales para la casa de la Contratación de Sevilla y para otras cosas de las Indias: y de la navegación y contratación dellas.* (1553). Sevilla.

*Ordenanzas de la ilustre Universidad y Casa de Contratacion de la M.N. y M.L. Villa de Bilbao, insertos sus Reales privilegios, aprobadas, y confirmadas por el Rey Nuestro Señor Don Felipe Quinto (que Dios Guarde).* Año de 1737. (1796). Bilbao: En la Imprenta de Sancha.

*Ordenanzas Generales de la Armada.* (1748). Volumen 1. Madrid: Imprenta de Juan Zuñiga.

*Real Orden de 12 de julio de 1783, sobre exámenes de Pilotos, facultando a los Directores de Departamento y Maestros de Escuelas de Náutica bajo protección real para examinar Pilotos.* <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1783/061/A00640-00642.pdf>.

*Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Sevilla.* (1786). Madrid: Imprenta de la Viuda de Ibarra.

*Real Decreto de 8 de julio de 1787, poniendo bajo la dirección del Ministerio de Marina los Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga.*

*Ordenanzas para el Real Colegio de San Telmo de Málaga.* (1787). Texto Refundido 1794. Madrid: En la imprenta de la viuda de Ibarra.

*Ordenanzas Generales de la Armada.* (1793). Volumen 1. Madrid: Imprenta de la viuda de Joaquín Ibarra.

Real Orden de 26 de febrero de 1790 aprobando la Instrucción General para la disciplina, estudios y exámenes que deben seguirse en las Escuelas Reales y particulares de Náutica del Reino, firmada por F. Winthuysen.

17 de julio de 1790. Instrucción que debe observarse para los estudios y exámenes en las Reales Escuelas de Pilotos de los tres departamentos, firmada por F. Winthuysen.

*Ordenanza de S.M. para los Reales Colegios de San Telmo de Sevilla y Málaga.* (1794). Madrid: En la Imprenta de D. Benito Cano.

Real Decreto de 20 de mayo de 1890 (Gaceta de Madrid de 27 de mayo de 1890).

## PÁGINAS WEB VISITADAS

Pares Portal de Archivos Españoles. <http://pares.mcu.es/>

Biblioteca Digital Mundial. <https://www.wdl.org/es/>

Liburilik Patrimonio bibliográfico digitalizado. <http://www.liburuklik.euskadi.net/?locale=es>

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. <http://www.cervantesvirtual.com/>

Biblioteca Virtual Universal. <http://www.biblioteca.org.ar/>

Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/>

Google Books. <http://books.google.com>

Google Scholar. <https://socialmediaeninvestigacion.com/google-scholar-buscador-academico/>

Armada Española. [http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/mardigital\\_revistas/prefLang\\_en/03\\_revistaHistoriaNaval--01\\_catalogoRevista](http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/mardigital_revistas/prefLang_en/03_revistaHistoriaNaval--01_catalogoRevista)

Instrumentos de Navegación en Al-Andalus. <http://clio.rediris.es/fichas/islannave/instrumentos2.htm#Br%C3%BAjulas>

El Batiburrillo Submarino Museo Naval. <https://batiburrillosubmarino.wordpress.com/tag/museo-naval-de-madrid/>

Biblioteca Virtual del Ministerio de Defensa. <http://bibliotecavirtualdefensa.es/BVMDefensa/i18n/consulta/registro.cmd?id=16822>

La piedra de Sísifo. Gabinete de curiosidades. <https://lapiedradesisifo.com/2014/04/14/la-velocidad-de-un-buque/>

Caos y Ciencia. [http://www.caosyciencia.com/visual/imagen.php?id\\_img=443](http://www.caosyciencia.com/visual/imagen.php?id_img=443)

Navegar y Navegar. <http://www.armada15001900.net/navegarynavegar.htm>

Dieter 2.0. Diccionario de la Ciencia y de la Técnica del Renacimiento. <http://dieter.usal.es/?obra=FernandezEnciso>

Cátedra de Historia y Patrimonio Naval. Armada Española. Universidad de Murcia. <https://catedranaval.com/>

Biblioteca Digital Educativa de la Universidad de Murcia. [http://bibliotecadigital.educarm.es/bidimur/i18n/consulta/busqueda\\_referencia.cmd?campo=idtitulo&idValor=631](http://bibliotecadigital.educarm.es/bidimur/i18n/consulta/busqueda_referencia.cmd?campo=idtitulo&idValor=631)

Digital Collections Joseph P. Healey Library. <https://openarchives.umb.edu/digital/collection/p15774coll26/id/523/>

Numistral. Bibliothèque numérique patrimoniale du Service des bibliothèques de l'Université de Strasbourg. <https://docnum.unistra.fr/digital/>

Internet Archive. <https://archive.org/>

Biblioteca Rector Machado y Núñez. Fondo Antiguo. [https://bib.us.es/machado/fondo\\_antiguo](https://bib.us.es/machado/fondo_antiguo)

Biblioteca Virtual del Patrimonio Bibliográfico. <https://bvpb.mcu.es/es/inicio/inicio.do>

Lázaro de Flores Médico y Estudiosos Náutico. <http://www.semm.org/cihf/pdf/PosterLazarodeFlores.pdf>

Digital. CSIC. <https://digital.csic.es/>

*Revista General de Información y Documentación*. Universidad Complutense de Madrid. <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/index>

Obradoiro de Historia Moderna. <http://ojs3usc.devxercode.es/index.php/ohm/index>

UPC.COMMONS. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.4/1228>





## BIBLIOGRAFÍA

- ACHÚTEGUI RODRÍGUEZ, J. J. (1996). *La construcción naval y la navegación*. I Simposio de Historia de las Técnicas: Cantabria 26, 27 y 28 octubre 1995, 227-252.
- AGUILAR PIÑAL, F. (1981). *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII*. Volumen 1, (A-B). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Miguel de Cervantes.
- ALBEROLA ROMÁ, A., Y DIE MACULET, R. (2013). *Jorge Juan y Santacilia: ciencia, educación y enseñanza en la España del siglo XVIII*. Jorge Juan y la ciencia ilustrada en España (pp. 63-82). Madrid: Ministerio de Defensa.
- ALCALA GALIANO, D. (1795). *Memoria sobre el cálculo de la latitud del lugar por dos alturas del Sol*. Madrid: En casa de Ibarra.
- ALCALA GALIANO, D. (1796). *Memoria sobre las observaciones de Latitud y Longitud en el mar*. Madrid: En la imprenta de Joachin Ibarra.
- ALEJO MONTES, F. J. (1993). La cátedra de matemáticas y astronomía en la Universidad de Salamanca del siglo XVI. *Revista de pedagogía de la Universidad de Salamanca*, (5), pp.105-114.
- ALIAPLANA, J. M. (2001). *La enseñanza de la náutica en la Armada Española (1717-1820)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.
- Almanak Náutico y Estado General de Marina para el año de 1786*. (1786). Madrid: En la Imprenta Real.

ALMONACID RAMIRO, C. (2015). *Carta esférica de las costas de la península de España. Construida en la Dirección Hidrográfica. Año 1801*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

ANGLERÍA, PEDRO M. (2012). *Décadas del Nuevo Mundo*. Valladolid: Maxtor.

ANÓNIMO. (1791). *Coleccion de tablas invariables: que sirven para hallar en el mar con la mayor brevedad la longitud, la latitud y variacion*. Murcia: En la imprenta de Antonia Ramirez, viuda de Felipe Teruel.

APIANO, P. (1575). *La cosmographia de Pedro Apiano / corregida y añadida por Gemma Frisio, medico y mathematico ; La manera de descriuir y situar los Lugares, con el Vso del Anillo Astronómico, del mismo autor Gemma Frisio ; El Sitio y Descripcion de las Indias y Mu[n]do Nuevo, sacada dela Historia de Francisco Lopez de Gomara, y dela Cosmographia de Ieronymo Giraua Tarragonéz*. Anvers: Juan Bello al Aguila de Oro.

ARCHER, M. (1756). *Lecciones náuticas, explicadas en el Museo Matemático del M.N. y M.L. Señorío de Vizcaya, Noble Villa de Bilbao*. Bilbao: Antonio de Eguzquisa Impresor de dicho M.N. y M.L. Señorío.

ARDANUY, J. (2012). *Breve introducción a la Bibliometría*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

ARIAS MIRAVETE, J. (1739). *La más preciosa margarita del océano, en cuyo fondo brilla a giro un fijo punto; unión del instituto cosmográfico; perla verdadera, que identifica el de una científica náutica, que manifiesta el uso práctico de la brújula, hasta hoy mal entendida. Y la insigne chimera de la dicha brújula en la carta sobre línea paralela: delineación repugnante, a la que con toda natural verdad constituye la brújula*. Madrid: Antonio Marín.

ARIAS MIRAVETE, J. (1748). *Náutica disciplina. Plantea la navegación del océano por su ancho golfo en seis lecciones, que dedica a los que la enseñan*. Murcia: Felipe Díaz Cayuela.

- ARRANZ MÁRQUEZ, L. (2006). *Cristóbal Colón misterio y grandeza*. Madrid: Marcial Pons, Ediciones de Historia, S.A.
- ARROYO RUIZ-ZORRILLA, R. (1989). *Apunte para una historia de la enseñanza de la náutica en España*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Transportes Turismo y Comunicaciones.
- ARROYO RUIZ-ZORRILLA, R. (1994). Las enseñanzas de náutica en el Siglo XVIII. *Revista de Historia Naval*, (46), 7-30.
- ATKINSON, J. (1747, 1sted. 1686). *Epitome of the art of navigation: or, a short, easy and methodical way to become a compleat navigator*. London: William Mount and Thomas Page, on Tower-Hill.
- AUSEJO, E. Y MEDRANO SÁNCHEZ, J. (2015). Jorge Juan y la consolidación del cálculo infinitesimal en España (1750-1814). En A. ALBEROLA ROMÁ, C. MAS GALVAÑ, & R. DIE MASCULET, *Jorge Juan Santacilia* (pp. 155-178). Alicante: Universidad de Alicante.
- BAILS, B. (1779). *Elementos de Matemática. Donde se enseña la especulativa con su aplicación a la dinámica hidrodinámica, óptica, astronomía, geografía, gnomónica, arquitectura, perspectiva y al calendario*. Madrid: D. Joachin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M.
- BARALT i TORRES, J. (1786). *Recopilacion de varias tablas propias para la navegacion: precedidas de su explicación para facilitar el uso de ellas a los principiantes en el arte; explicadas y corregidas por Don Joseph Baralt*. Barcelona: Eulalia Piferrer, Viuda, Impresora del Rey nuestro Señor.
- BARRAS DE ARAGÓN, F. DE LAS. (1935). *Circunstancias que motivaron la fundación del Colegio de San Telmo de Sevilla*. Madrid: Asociación Nacional de Historiadores de la Ciencia Española.

BARREDA, F. (s.f). *Puntual, Veridica Topographica descripcion, del famoso puerto y ciudad de San Cristoval de la Habana, en la Isla de Cuba, una de las Isla de barlovento, en que se refiere el numero de Vecinos que comprehende, Parroquias, Conventos, Hospitales, y Colegios, Castillos, Fuertes, Municiones, y otras particularidades dignas de la mayor atencion.* En la imprenta de Joseph Navarro y Armijo.

BARREDA, F. (s.f). *Conferencias náuticas sobre los Globos celestes y terraqueo.*

BARREDA, F. (s.f.). Extracto en forma de dialogos, para la más pronta educación de los colegiales de San Telmo de Sevilla, sobre la Aritmética, Geometría, y Trigonometría plana y esférica.

BARREDA, F. de (1765). *El marinero instruido en el arte de navegación especulativo, y práctico, según el método, con que se enseña a los Colegiales del Real Seminario de Sr. San Telmo, extra muros de la Ciudad de Sevilla.* Sevilla.

BARREDA, F. (1770). *El arithmetico inferior, especulativo, y practico, dispuesto a la enseñanza de los Colegiales del Real Seminario de San Telmo, extra-muros de la Ciudad de Sevilla.* Sevilla.

BARROS, J. D. (1628). *Dos feitos que os portugueses fezerao no descubrimiento & conquista dos mares & terras dooriente (Decada primera).* Lisboa: Jorge Rodriguez.

BERNABEÚ ALBERT, S. (1986). Cualidades de los pilotos de la carrera de Indias según el piloto mayor Francisco Ruesta (1669). *Revista de Indias*, (46), 331-344.

BEZOUT, E. (1781). *Cours de Mathématiques. A l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine. Contenant le Traité de navigation.* Paris: De L'Imprimerie De PH.- D. Pierres.

BEZOUT, E. (1782). *Cours de Mathématiques. A l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine. Seconde Partie, Contenant les Éléments de Géométrié, la Trigonométrie rectiligne & la Trigonométrie fphérique.* Paris: De L'Imprimerie De PH.- D. Pierres.

- Biblioteca virtual del Ministerio de Defensa*. Recuperado de: <http://bibliotecavirtualdefensa.es/BVMDefensa/i18n/consulta/registro.cmd?id=16822>
- BLANCA CARLIER, J. M. (1979). El cuerpo de pilotos de la Armada. *Revista General de Marina*, (197), 165-173.
- BLANCO NUÑEZ, J. M. (2017). La Real Compañía de Guardias Marinas. *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura, Naval*. III Centenario de la creación de la Real Compañía de Caballeros Guardias Marinas, (75), 11 -28.
- BONMATÍ SÁNCHEZ, V. (1988). El tratado de la Esfera (1250) de Juan de Sacrobosco en el *Introductorium Cosmographiae* de Antonio Nebrija (c. 1498). *Cuadernos de filología clásica: Estudios latinos*, (15), 509- 513.
- BOURNE, W. (1574). *A Regiment for the Sea: Conteyning most profitable Rules, Mathematical experiences, and perfect knowledge of Navigation, for all Coastes and Countreys: most needefull and necessarie for all Seafaring men and Travellers, as Pilotes, Mariners, Marchants, &c.* London: H. Bynneman for Thomas Hacket.
- BROSSARD, M. D. (1976). *Historia Marítima del Mundo*. Barcelona. 2 Volúmenes. Sevilla: Amaika, S.A.
- CAPEL, H. (1982). *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*. Barcelona: oikos-tau. s.a.
- CAPMANY Y DE MONPALAU, A. (1791). *Código de las costumbres marítimas de Barcelona, hasta aquí vulgarmente llamado libro del consulado*. Madrid: Imprenta de Don Antonio Sancha.
- CARAVACA DE COCA, J. M. (2015). Apuntes para la historia de la Academia de la Real compañía de Guardias Marinas en sus momentos iniciales en Cádiz como continuadora de la labor científica de la Casa de la Contratación. *Revista General de Marina diciembre*, (269), 877-891.

*Carta esférica de la costa de España en el Mediterráneo [...]*. Recuperado de: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000000294>

*Carta portulana medieval (siglo XV)*. Recuperada de: <http://www.culturaydeporte.gob.es/archivos-aca/actividades/documentos-para-la-historia-de-europa/carta-portulana-medieval.html>

*Carta Universal (1529)*. Biblioteca digital Real Academia de la Historia. Recuperada de: <http://bibliotecadigital.rah.es/dgbrah/es/consulta/registro.cmd?id=61150>

CASADO RABANAL, D. (2009). *La marina ilustrada: sueño de la España del siglo XVIII*. Madrid: Antígona, S.L.

CEDILLO Y RUJAQUE, P. M. (1717). *Compendio de la Arte de Navegar*. Sevilla: Lucas Martín de Hermosilla.

CEDILLO, P. M. (1718). *Trigonometria aplicada a la navegación, afsi por el beneficio de las tablas de los senos, y tangentes logarithmicas; como por el ufo de las dos efcaldas plana, y artificial*. Sevilla: Lucas Martín Hermosilla.

CEDILLO Y RUJAQUE, P. M. (1745). *Tratado de de cosmografía y nautica*. Cádiz: En la imprenta Real de marina, y casa de la contratación de Don Miguel Gómez Guiraun

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

CÉSPEDES DEL CASTILLO, G. (2003). La defensa de América. En F. RUIZ MARTÍN, *La monarquía de Felipe II* (pp. 381-412). Madrid: Real Academia de la Historia.

CHABÁS BERGÓN, J. Y GOLDSTEIN, B. R. (2008). *Abraham Zacut (1452 - 1515) y la astronomía en la Península Ibérica*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

CHAUNU, P. (1977). *La Expansión Europea (siglos XII al XV)*. Barcelona: Labor, S.A.

- CHAVES, A. (1537). *Quatri partitu en cosmografia practica, y por otro nombre espejo de navegantes*. Sevilla: Manuscrito.
- CHAVES, H. de. (1545). *Tractado de la sphaera que compuso el doctor Ioannes de Sacrobusto con muchas additiones; agora nueuamente traduzido de latín en lengua castellana por el bachiller Hieronymo de Chaves: El cual añadió muchas figuras tablas y claras demostraciones: juntamente con unos breves Sholios neceffarios a mayor illucidation, ornato y perfection dl dicho tratado*. Sevilla: En casa de Juan de Leon.
- CHAVES, G. de. (1566). *Chronographía o repertorio de los tiempos, el más copioso y preciso que hasta ahora ha salido a luz / compuesto por Hieronymo de Chaves*. Sevilla: En casa de Joan Gutierrez.
- CISCAR Y CISCAR, G. (1796). *Tratado de Trigonometria esférica para la instrucción de los guardias marinas*. En Cartagena en la Oficina de Marina de este Departamento.
- CISCAR Y CISCAR, G. (1795). *Tratado de aritmética para la instrucción de los guardias marinas*. Murcia: Manuel Muñiz impresor de Marina.
- CISCAR Y CISCAR, G. (1796). *Tratado de cosmografía para la instrucción de los guardias marinas*. Cartagena: En la oficina de Marina de este Departamento.
- CLARAMUNT, S., PORTELA, E., GONZÁLEZ, M., Y MITRE, E. (1995). *Historia de la Edad Media*. Barcelona: Ariel, S.A.
- CLARIANA Y GUALBES, A. (1731). *Resumen nautico de lo que se practica en el teatro naval, ó Representacion succinta del arte de marina*. Barcelona: En la imprenta de Iuan Piferrer.
- COIGNET, MICHEL. (1581). *Instruction Nouvelle des points plus excellent & neceffaires, touchant l'art de naviguer*. Anvers: Chez Henry Hendris.
- COMAS ROQUETAS, J. (2015). *La Enseñanza de las Matemáticas en la Armada Española en el Siglo XIX* (Tesis doctoral). Ciencias de la Documentación e Historia de la Ciencia. Universidad de Zaragoza.

*Compendio de las mas individuales noticias de el Real Colegio Seminario de San Telmo de niños huérfanos, extramuros de Sevilla, su instituto orden, con que se gobiernan, y los que han salido aprovechados hijos de el, que en adelante se expresarán .* (1743). Sevilla.

CONGOSTO MARTÍN, Y. (2002). *Aportación a la historia lingüística de las hablas andaluzas siglo (XVII). Los registros de navíos*. Volumen 1. Sevilla: Universidad de Sevilla.

CORONA BARATECH, C. E., y ARMILLAS VICENTE, J. A. (1990). *Historia General de España y América: La España de las Reformas Hasta el final del Reinado de Carlos IV*. Volumen 10-2. Madrid: Rialp.

CORTÉS, M. (1551). *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar / con nuevos instrumentos y reglas/ ejemplificado con muy subtiles demostraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjaraloz en el reyno de Aragon y de prefente vezino de la ciudad de cadiz: dirigido al invictissimo Monarcha carlo Quinto Rey de las Epañaes etc. Señor Nuestro*. Sevilla: En Casa de Antonio Álvarez.

CORTÉS, M. (2003). *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar / con nuevos instrumentos y reglas/ ejemplificado con muy subtiles demostraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjaraloz en el reyno de Aragon y de prefente vezino de la ciudad de cadiz: dirigido al invictissimo Monarcha carlo Quinto Rey de las Epañaes etc. Señor Nuestro*. Valladolid, Maxtor Librería, 2003 (edición facsímil de la de Sevilla, Antón Álvarez, 1551).

*Corredera de barquilla*. Recuperada en: <https://lapiedradesisifo.com/2014/04/14/la-velocidad-de-un-buque/>

COTTER, C. H. (1968). *A history of nautical astronomy*. London-Sydney-Toronto: Hollis y Carter.



*Cronómetro marino de finales del siglo XVIII, en Navegar y Navegar*. Recuperado de:

<http://www.armada15001900.net/navegarynavegar.htm>

DELGADO Y ORELLANA, J. A. (1985). *Catálogo de pruebas de nobleza del Real Colegio de San Telmo de Sevilla*. Madrid: Hidalguía.

DELGADO, J. M. (1979). Auge y decadencia de la marina colonial catalana (1720 - 1821). *Boletín Americanista. Departamento de historia de América*, (29), 31 - 64. Barcelona: Universidad de Barcelona. Facultad de Geografía e Historia.

DOMÍNGUEZ ORTIZ, A. (1996). *Carlos III y la España de la Ilustración*. Barcelona: Altaya.

DUO, G. (2000). La Enseñanza de Náutica en el País Vasco. *Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, (3), 729-745.

ELENA, A. (1995). *La revolución astronómica*. Madrid: Akal, S.A.

*Enciclopedia General del Mar*. (1992). Barcelona: Ediciones Garriga, S.A.

ESCALANTE DE MENDOZA, J. (1575). *Itinerario de navegación*. Museo Naval (1985).Madrid.

ESCOLANO BENITO, A. (1988). *Educación y economía en la España ilustrada*. Madrid: Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia.

*Estado general de la Real Armada*. (1788). Madrid: En la Imprenta Real

*Estado general de la Real Armada*. (1789). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Real Armada*. (1790). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada*. (1791). Madrid.

*Estado general de la Real Armada*. (1792). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Real Armada*. (1793). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1794). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1795). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1796). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1797). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1798). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado general de la Armada.* (1799). Madrid: En la Imprenta Real.

*Estado General de la Real Armada.* (1800). Madrid: En la Imprenta Real.

ESTEBAN PIÑEIRO, M. 2002. Las academias técnicas en la España del siglo XVI. *Quaderns dl'història de l'enginyeria*, (5), 10-19.

ESTEBAN PIÑEIRO, M. (2006). La astronomía en la España del primer tercio del siglo XVII. *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 2007*. Madrid: Instituto Geográfico Nacional, 267-391.

ESTEBAN PIÑEIRO, M. (2012). Ciencia Imperial: Casa de Contratación. El Escorial. El Alcázar. En T. SARAIVA, & N. VALVERDE, *Momentos y lugares de la ciencia Española siglos XVI-XX* (pp. 19-32). Madrid: Antonio Lafuente y Juan Pimentel

*Exercicios literarios de los alumnos del Real Colegio de San Telmo de Sevilla que propiciarán el día de febrero de este año 1799, con asistencia de sus catedráticos y maestros y presidido por su Director Don Antonio Ramos, Presbítero.* (1799). Sevilla: Por la viuda de Vazquez y compañía. Impresores de dicho Colegio.

FALEIRO, F. (1535). *Tratado del Efphera y del arte del marear: con el regimieto de las alturas: co algunas reglas nuevamete efcritas muy neceffarias*. Sevilla: Joan Cromberger.

FERNÁNDEZ ALMAGRO, M. (1946). *Política naval de la Edad Moderna y Contemporánea*. Madrid: Instituto de estudios políticos.

- FERNÁNDEZ DE ENCISO, M. (1519). *Suma de geographia q trata de todas las partidas y provincias del mundo: en efpECIAL de las indias. y trata largamete del arte del marear:juntamete con la efpERA en romace: con el regimieto del fol y del norte: nuevamente hecha*. Sevilla: Jacobo Cromberger.
- FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1829). *Colección de los viages y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV*. Volumen III. Madrid: Imprenta Real.
- FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1846). *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas. Que han contribuido á sus progresos entre los españoles*. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero.
- FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1851). *Biblioteca Marítima Española*. 2 Volúmenes. Madrid. Imprenta de la viuda de Calero.
- FERNÁNDEZ DURO, C. (1877). *Disquisiciones Náuticas. La Mar descrita por los mareados*. Volumen 4. Madrid: Impresores de Cámara de S.M.
- FERNÁNDEZ DURO, C. (1879). *Disquisiciones Náuticas. Los ojos en el cielo*. Volumen 4. Madrid: Impresores de Cámara de S.M.
- FERNÁNDEZ DURO, C. (1881). *Disquisiciones Náuticas. Arca de Noé*. Volumen 6. Madrid: Imprenta, Estereotipia y Galvanoplastia de Aribau y C. Sucesores de Rivadeneyra.
- FERNÁNDEZ DURO, C. (1895). *De algunas obras desconocidas de cosmografía y de navegación, y singularmente de la que escribió Alfonso de Chaves a principios del siglo XVI*. Madrid: Imprenta de la Revista de Navegación y Comercio.
- FERNÁNDEZ, A. G. (1732). *Practica de maniobras de los navios: en que se enseña el modo de darles todos los movimientos, de que son capaces, mediante el timon, y las velas impelidas del viento*. Sevilla.

- FERNÁNDEZ, A. G. (1735). *Compendio de la geometria elemental, aritmetica inferior y trigonometria plana, y espherica. Lleva añadido en esta segunda impresión, Un tratado de Geometria Practica, ufos de los instrumentos mas comunes para trabajar en el Papel, y Terreno, con la explicacion de los colores mas propios para designar, y lavar los planos, y perfiles de Fortificcion, &c.* Sevilla: Imprenta de la siete Revueltas.
- FERNÁNDEZ, A. G. (1778). *Compendio de la geometria elemental especulativa y practica forma de levantar y labar los planos, y modo de hacer las tintas para su manejo.* Sevilla: En la oficina de D. Nicolás Vazquez, y Compañía.
- FERNÁNDEZ, A. G. (1788). *Compendio de la aritmetica inferior, geometria elemental, especulativa y práctica, forma de levantar y lavar planos y trigonometría plana y esférica, dividido en dos tomos.* Malaga: Imprenta de esta M.I. Ciudad de la Dignidad Episcopal.
- FERNÁNDEZ, A. G. (1788). *Tratado de la Trigonometria Plana y Esferica. Continuacion del compendio de matematicas que dispuso Don Antonio Gabriel Fernandez. Colegial que fue de este Real Seminario de San Telmo de Sevilla, y Maestro de la Compañía de cavalleros Guardias Marinas para su uso, y ahora se reimprime para el de dicho Real Seminario, agregandole un apendice que amplifica mas el conocimiento de la Trigonometria esferica: las Tablas Logarithmicas de numeros naturales, y las de los Senos y Tangentes.* Sevilla: En la oficina de Vazquez, Hidalgo, y Compañía, Impresores de dicho Real Seminario.
- FERNÁNDEZ, R., Y SIERCO, E. (1984). Ensenyament professional i desenvolupament económic: l'Escola Nàutica de Barcelona. *Recerques: història, economia, cultura*, (15), 7-30.
- FERRER MALDONADO, L. (1629). *Imagen del mundo, sobre la esfera, cosmografía, y geografía, teórica de planetas y arte de navegar.* Alcalá: Juan García y Antonio Duplastre.

- FLORES, L. de. (1673). *Arte de navegar; navegación astronómica, teórica y práctica. En la cual se contienen tablas nuevas de las declinaciones del Sol, computadas al meridiano de la Habana. Traense nuevas declinaciones de estrellas, e instrumentos nuevos*. Madrid: Julián Paredes.
- FOSSI GUTIÉRREZ, I. (1949). *Tratado de Náutica*. Madrid: Dossat
- GARCÍA DE CÉSPEDES, A. (1606). *Libro de instrumentos nuevos de Geometría muy necesarios para medir distancias, y alturas, sin que interuengan numeros como se demuestra en la practica: demas desto se ponen otros tratados, como es vno, de conduzir aguas, y otro vna question de artiller*. Madrid: Juan de la Cuesta.
- GARCÍA DE CÉSPEDES, A. (1606). *Regimiento de navegacion que mando hacer el Rei nuestro Señor por orden de su consejo Real de las Indias a Andres Garcia de Cespedes su Cosmografo Mayor siendo Presidente en el dicho consejo el conde de Lemos*. Madrid: En casa de Iuan de la Cuesta.
- GARCIA DE PALACIO, D. (1587). *Instrucción náutica, para el buen uso, y regimiento de las naos, su traza, y gobierno conforme a la altura de México*. México: En casa de Pedro Ocharte.
- GARCÍA DIEZ, E. L., LABAJO ZALAZAR, J. L., MARTÍNEZ RUBIO, M. A., Y MARTÍN, J. L. (1990). *Primera travesía Colombina: Aspectos meteorológicos*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- GARCÍA FRANCO, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*. 2 Volúmenes. Madrid: Instituto histórico de Marina.
- GARCÍA GARRALÓN, M. (2007). *Taller de mareantes: El Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla (1681-1847)*. 2 Volúmenes. Sevilla: Cajasol Obra Social.

- GARCÍA GARRALÓN, M. (2009). La formación de los pilotos de la Carrera de Indias en el siglo XVIII. En C. MARTÍNEZ SHAW, & M. ALONSO MOLA, *España en el comercio marítimo internacional (siglos XVII-XIX)* (pp. 319 - 356). Madrid: UNED.
- GARCÍA GARRALÓN, M. (2011). Los ojos del buque: Los pilotos de los navíos del Rey (1748-1846). En J. J. SANCHEZ-BAENA, C. CHAIN-NAVARRO, & L. MARTÍNEZ-SOLÍS, *Estudios de historia naval: Actitudes y medios de la Real Armada del siglo XVIII* (pp. 189-213). Madrid: Ministerio de Defensa.
- GARCÍA GARROSA, M. J. (1993). La Real Cédula de 1783 y el teatro de la ilustración. *Bulletin Hispanique*, 95 (2), 673-692.
- GARCÍA ICAZBALCETA, J. (1886). *Bibliografía Mexicana del siglo XVI*. Volumen 1. México: Librería de Andrade y Morales, sucesores
- GARCÍA MELÓN, E.; MELÓN, E.; BURGOS, A.; HARDISSON, A. Y IGLESIAS, S. (s/f). *Lázaro de Flores médico y estudioso náutico*. Recuperado de: <http://www.semm.org/cihf/pdf/PosterLazarodeFlores.pdf>
- GARCÍA SEVILLANO, J. (1736). *Nuevo régimen de navegación*. Madrid: Joaquín Sánchez.
- GAZTAÑETA YTURRIBALZAGA, A. (1692). *Norte de la navegación hallado por el cuadrante de reducción*. Sevilla: por Juan Francisco de Blas impresor mayor de dicha ciudad
- GAZTAÑETA YTURRIBALZAGA, A. (1693). *Cuadrante geométrico universal para la conversión esférica a lo plano, aplicado al arte de navegar*.
- GAZTAÑETA YTURRIBALZAGA, A. (1720). *Proporciones de las medidas mas essempliales dadas por el Theniente General de la Armada Real; para la fabrica de navios, y fragatas de guerra, que pueden montar desde ochenta cañones hasta diez, cuyas proporciones tiene resuelto su Magestad se observen en todos sus astilleros*. Madrid: Phelipe Alfonso

- GELCICH, E. (1889). *Estudios sobre el desenvolvimiento histórico de la navegación: especialmente referidos a las ciencias náuticas*. Valencia: Librería de Pascual Aguilar, editor, Caballeros, 1.
- GÓMEZ, I. y BORDONS, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evolución científica. *Política Científica*, (46), 21-26.
- GONZÁLEZ CABRERA BUENO, J. (1733). *Navegación especulativa, y práctica, con la explicación de algunos instrumentos, que están más en uso en los navegantes, con las reglas necesarias para su verdadero uso; Tabla de las declinaciones del Sol, computadas al Meridiano de San Bernardino y el modo de navegar por la Geometría y por las Tablas de Rumbos y por la Aritmética; por la Trigonometría; por el cuadrante de reducción; por los senos logaritmos y comunes; con las estampas, y Figuras pertenecientes a lo dicho, y otros tratados curiosos*. Manila: En el convento de nuestra señora de los Ángeles de la orden de nuestro señor seráfico padre san Francisco.
- GONZÁLEZ DE UREÑA, J. (1740). *Delineación de lo tocante al conocimiento del punto de longitud del globo de Tierra, y Agua, de la causa de las crecientes, y menguantes del mar*. Madrid: Diego Miguel de Peralta.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. J. (1992). *Astronomía y navegación en España siglos XVI-XVIII*. Madrid: Mapfre.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. J. (2013). Jorge Juan y la Astronomía: El Real Observatorio de Cádiz. *Revista General de Marina*, (265), 349-362.
- GONZÁLEZ MARROQUIN, A. (1723). *Instrucción de marineros y exercicio de la maniobra, que se debe practicar en todas las ocasiones en la mar; y nombres de todos los aparejos de que fe compone un Navio; en Epañol y Francés*. Madrid: Francisco Martínez.

- GONZÁLEZ PALENCIA, Á. (1940). *Discursos leídos ante la Real Academia Española en la recepción pública del Señor Don Ángel González Palencia el día 30 de junio de 1940*. Madrid: Imprenta de Estanislao o Maestre Pozas, 14.
- GOODMAN, D. (1990). *Gobierno tecnología y sociedad en la España de Felipe II*. Madrid: Alianza Editorial.
- GOODMAN, D. (2001). *El poderío naval español: Historia de la armada española en el siglo XVII*. Barcelona: Península, S.A.
- GRANA GIL, I. (1995). *El Real Colegio Náutico de San Telmo de Málaga*. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga.
- GUIARD LARRAURI, T. (1908). *Historia de la Noble Villa de Bilbao*. Volumen 3 (1700-1800). Bilbao: Imprenta y librería de José Astuy.
- GUILLÉN TATO, J. F. (1935). *La Náutica española en el siglo XVII*. Madrid: Gráfica Universal.
- GUILLÉN TATO, J. F. (1943). *Europa aprendió a navegar en libros españoles*. Barcelona: Contribución del Museo Naval de Madrid a la exposición del Libro del Mar.
- GUILLÉN TATO, J. (1960). En torno a la Escuela de Sagres. *Revista General de Marina*, (159), 269-271.
- GUIRAO DE VIERNA, A. (1989). El Profesional del mar, reclutamiento, nivel social, formación. *Cuadernos monográficos del instituto de historia y cultura naval*, (1), 97-112.
- HARRISSE, H. (1892). *Discovery of North America, The*. Paris: H. Welter, 5a Rue Bonaparte.
- HORMIGÓN. M. (1995). *Paradigmas y matemáticas: Un modelo teórico para la investigación en historia de las matemáticas*. Zaragoza.



- HOROZCO DE, A. (1845). *Historia de la Ciudad de Cádiz*. Cádiz: Ayuntamiento de Cádiz.
- HUMBOLDT, A. (1833). *Cristóbal Colón y el descubrimiento de América. Historia de la geografía del nuevo continente y de los progresos de la astronomía náutica en los siglos XV y XVI*. Volumen 1. Madrid: Sucesores de Rivadeneyrad.
- HUMBOLDT, A. (2011). *Cosmos: Ensayo de una descripción física del mundo*. Madrid: CSIC.
- IBÁÑEZ DE LA RENTERÍA, J. V. (1738). *Explicación del círculo Náutico astronómico Universal, inventado y nuevamente ampliado*. Bayona.
- IBÁÑEZ DE LA RENTERÍA, J. V. (1738). *Ramillete náutico compuesto de las flores del ameno y delicioso jardín de la matemática*.
- IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, M. D. (2000). *La difusión de conocimientos náuticos en la España decimonónica: La navegación astronómica en los textos de náutica españoles del siglo XIX*. (Tesis doctoral). Bilbao: Universidad del País Vasco.
- IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, I. (2002). *Tratados españoles de Náutica (siglos XVI-XVIII)*. *Historia Naval. Instituto de Historia Naval*, 20 (76), 35-57.
- IBÁÑEZ, I. Y LLOMBART, J. (2000). *La formación de los pilotos en la Escuela de Náutica de Bilbao, siglos XVIII y XIX*. *Itzas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*. *Untzi, Museosa - Museo Naval, Donostia - San Sebastián*, (3), 744 -772.
- IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, I. Y LLOMBART, J. (2001). *La comparación de textos en historia de la ciencia: Una propuesta metodológica*. *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 24 (49), 131-148.
- IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, I. (2011). *Evolución de la Navegación Astronómica en el siglo XIX*. *Eusko Ikaskuntza*, 209-242.

IBÁÑEZ, I. Y GAZTELU-ITURRI, R. (2002). *Fundamentos de navegación marítima*. Bilbao: Universidad del País Vasco.

IGLESIAS MARTÍN, M.A. (2000). *Estudio comparativo desde el punto de vista matemático de textos náuticos españoles del siglo XVIII*. (Tesis doctoral). Leioa: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

*Instrumentos de navegación en Al-Andalus*. Recuperado de: <http://clio.rediris.es/fichas/islannave/instrumentos2.htm#Br%C3%BAjulas>

JIMÉNEZ JIMÉNEZ, E. M. (2002). *El Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla (1681-1808)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

JUAN Y SANTACILIA J. (1757). *Compendio de Navegación para el uso de los caballeros Guardias-Marinas*. Cádiz: En la Academia de los mismos Caballeros.

JUAN Y SANTACILIA, J. (1771). *Examen marítimo theórico práctico, o tratado de mechanica aplicado á la construcción, conocimientos y manejo de navios y demás embarcaciones*. 2 Volúmenes. Madrid: En la Imprenta de D. Francisco Manuel de Mena, Calle de las Carretas.

JUAN Y SANTACILIA, J. (1774). *Estado de la astronomia en Europa: y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los systemas del mundo, para que sirva de guia al metodo en que debe recibirlos la nacion, sin riesgo de su opinion, y de su religiosidad*. Madrid: Imp. Real de la Cazeta.

JUAN Y SANTACILIA, J. Y ULLOA, A. (1748). *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los Reynos del Perú, Reynos del Perú, por D. Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de S. Juan, Socio Correspondiente de la R. Academia de las Ciencias de París, y D. Antonio Ulloa, de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada de las cuales se deduce la figura y magnitud de la tierra y se aplica a la Navegación*. Madrid: Por Juan de Zuñiga.

- KOYRÉ, A. (1990). *Estudios galineanos*. Quinta edición. Madrid: Siglo veintiuno de España Editores, S.A.
- KUHN, Thomas S. (2017), *La estructura de las revoluciones científicas*, Madrid: Fondo de cultura económica de España, S.L.
- LABAYRU Y GOICOECHEA, E. J. (1900). *Historia general del Señorío de Bizcaya*, Volumen 4. Bilbao: Imp. y Enc. de Andrés P. Cardenal.
- LABRADOR, C. (1993). Educación Estamental. En B. DELGADO CRIADO, Historia de la educación en España y América. *La educación en la España moderna (Siglos XVI - XVIII)*. Volumen 2. (pp. 845 - 854). Madrid: SM.
- LAFUENTE, A., Y SELLÉS, M. A. (1984). El proceso de Institucionalización de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz 1717-1748. *Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Congreso 3, (153-176). San Sebastián.
- LAGUARDA TRIAS, R. A. (1959). *Comentarios sobre los orígenes de la navegación astronómica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Histórico de Marina.
- LARA MARTÍNEZ, M. (2015). *Ciencia histórica: conceptos y etapas de la historia universal*. Madrid: Centro de estudios financieros.
- LLOMBART PALET, J. (1990). Las matemáticas y otras ciencias en el País Vasco durante la ilustración. El Fondo Prestamero. *Ciencia y Técnica y Estado en la España Ilustrada*, 321-341.
- LLOMBART PALET, J, Y HORMIGÓN BLÁZQUEZ, M. (1990). Un libro de texto de la escuela de náutica y matemáticas de Bilbao en el siglo XVIII, en R. Codina y R. Llobera Jiménez, (Coords.), *Historia, ciencia i ensenyament: Actes del III Simposium d'Ensenyament i Història de les Ciències i de les Tècniques*, Barcelona, 1988, 439-452.

- LLOMBART PALET, J., E IGLESIAS MARTÍN, M. A. (1998). Las aportaciones vascas al “arte de navegar” en algunos libros de náutica. *Itsas memoria: revista de estudios marítimos del País Vasco*, (2), 525-536.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979). *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona: Labor, S.A.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1986). *El Arte de Navegar en la España del Renacimiento*. Barcelona: Labor.
- LÓPEZ, G. (1843). *Las siete partidas del Rey Don Alfonso el Sabio. Cotejada por el Lic. Gregorio López*. Volumen 2. Segunda y Tercera partida. Paris: Lecointe y Lasserre.
- LOPEZ, T. (1786). *Cosmografía abreviada: uso del globo celeste y del terrestre*. Madrid: Por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía
- LOPEZ-ROYO, F. (1798). *Memoria sobre los métodos de hallar la longitud en el mar por las observaciones lunares*. Madrid: Imprenta Real por don Pedro pereyra, Impresos de Cámara de S.M.
- LOTKA, A. J. (1926). «The frequency distribution of scientific productivity». *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16 (12), 317-323.
- LOUZÁN LAGO, F. (2005). *Génesis y evolución de los instrumentos de alturas usados en navegación: Análisis de los errores cometidos durante las observaciones* (Tesis doctoral). A Coruña: Universidade da Coruña.
- LULIO, R. (1664). *Arbol de la ciencia de el muy iluminado maestro Raymundo Lulio* (Traducido por Alonso de Cepeda y Adrada). Bruselas: Francisco Foppens, Impresor y mercader de libros.
- LYRA, F. D. (1647). *Ordenanzas Reales para la Casa de Contratación de Sevilla y para otras cofas de las Indias, y de la navegación, y contratación de ellas*. Sevilla

- MANDADO FORMAR POR EL SEÑOR CARLOS IV. (1805). *Novísima recopilación de las leyes de España, mandado formar por el Señor Carlos IV, dividida en XII libros*. Madrid.
- MANTEROLA ZABALA, M. (2016). *Las Matemáticas en los Estudios de Náutica en España en el Siglo XVIII: Estudio Comparativo de los Libros de Texto empleados en la Formación de Pilotos y Guardiamarinas* (Tesis doctoral). Universidad de la Rioja: Programa de Doctorado de Ingeniería Eléctrica, Matemáticas y Computación. Departamento de matemáticas y Computación.
- Mapa General. García de Céspedes (1606)*. Recuperado de: [https://books.google.es/books/ucm?vid=UCM5315911313&printsec=frontcover&redir\\_esc=y&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books/ucm?vid=UCM5315911313&printsec=frontcover&redir_esc=y&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- MARAVALL, J. A. (1972). *Estado moderno y mentalidad social (siglos XV al XVII)* Volumen 1. Madrid: Alianza Editorial.
- MARCOS MARTÍN, A. (2000). *España en los siglos XVI, XVII y XVIII*. Barcelona: Crítica, S.L.
- MARTÍN GARCÍA, A. (1999). Entre el mar y la muerte. Procedencias, condiciones de vida y mortalidad de los navegantes en el Real Servicio (1776-1804). *Espacio, Tiempo y Forma, Serie IV, Hª. Moderna*, (12), 415-441.
- MARTÍNEZ RUIZ, E. (2003). La delimitación de espacios y aperturas de horizontes: Las expediciones españolas del siglo XVIII. *Cuadernos monográficos del Instituto de historia y cultura naval*, (43), 43 - 65. Madrid: Gráficas Lormo, S.A.
- MARTÍNEZ RUIZ, E. (2013). La España Ilustrada de Jorge Juan. Jorge Juan y la ciencia ilustrada en España. *Instituto de Historia y Cultura Naval XLVII Jornadas de Historia Marítima*. Ciclo de Conferencias, (68), 13-43). Madrid: Ministerio de Defensa.

- MARTÍNEZ SHAW, C. (2014). La historia marítima de los tiempos modernos. Una historia total del mar y sus orillas. *Drassana: revista del Museu Marítim*, (22), 36-64.
- MARTÍN MERÁS, L. (1993). *Cartografía Marítima Hispana. La imagen de América*. Madrid: Lunwerg.
- MARTÍN-MERÁS, L. (2003). Las enseñanzas náuticas en la Casa de la Contratación de Sevilla. En: Acosta, A.; González, A., Vila, E. (coord.), *La Casa de la Contratación y la navegación entre España y las Indias* (pp. 667-693), Sevilla, Universidad de Sevilla, CSIC, Fundación El Monte.
- MÁRTIR DE ANGLERÍA, P. (2012). *Décadas del Nuevo Mundo*. Buenos Aires: Editorial Bajel.
- MAZARREDO SALAZAR, J. (1779). *Colección de las tablas para los usos necesarios de la navegación*. Madrid: En la imprenta Real de la Gazeta
- MAZARREDO SALAZAR, J. (1790). *Lecciones de navegación para el uso de las compañías de Guardias Marinas*. Isla de León: Imprenta de su Academia.
- MEDINA, P. (1545). *Arte de navegar en quue fe contienen todaslas Reglas, Declaraciones, y Avisos, q a la buena navegacio fon neceffarios, y fe debe faber, hecha por el maestro Pedro de Medina. Dirigida al fereniffimo y muy efclarefcido feñor, don Phelipe príncipe de Epaña, y de las dos Sicilias.yc.*
- MEDINA, P. (1545). *Arte de navegar en que fe contienen todaslas Reglas, Declaraciones, y Avisos, q a la buena navegacio fon neceffarios, y fe debe faber, hecha por el maestro Pedro de Medina. Dirigida al fereniffimo y muy efclarefcido feñor, don Phelipe príncipe de Epaña, y de las dos Sicilias.yc.* Edición faccimil 2005. Valencia: Vicente García Editores, S.A
- MEDINA, P. (1548). *Libro de grandezas y cosas memorables de España. Agora de nuevo fecha y copilado por el maestro Pedro de Medina*. Sevilla: En Casa de Dominico de Robertis.

- MEDINA, P. (1549). *Libro de la verdad: donde se contienen dozientos Dialogos que entre la Verdad y el hombre se tractan sobre la conuersion del peccador / por el Maestro Pedro de Medina*. Sevilla.
- MEDINA, P. (1552). *Regimiento de mavegacion En que fe contienen reglas, declaraciones y avisos del arte de nauegar; Fecho por el maestro Pedro de Medina, vezino de Sevilla*. Sevilla: Juan Canalla.
- MEDINA, P. de (1563). *Regimieto de navegacion. Contiene las cofas que los pilotos han de saber: y los remedios y avisos que han de tener para los peligros que navegando les pueden fuceder*. Valencia: Librerías París-Valencia, 1993 (edición facsímil de la de Sevilla, Simón Carpintero, 1993).
- MEDINA, P. (1561). *Crónica de los muy excelentes duques de Medina Sidonia, condes de Niebla, donde se contienen los hechos notables que en sus tiempos hicieron, dirigida a doña Leonor Manrique / Pedro de Medina*. Sevilla.
- MEDINA, J. T. (1908). *El Veneciano Sebastián Caboto al servicio de España*. Volumen 1: Texto. Santiago de Chile: Imprenta y Encuadernación Universitaria.
- MEDINA, P. de (2005). *Arte de navegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos, y avisos, que a la buena navegación son necesarios, y se deben saber*. Valencia: (edición facsímil de la de Valladolid, Francisco Fernández de Córdoba, en 1545).
- MELÓN RUIZ DE GORDEJUELA, A. (1977). El primer manual español de geografía. *Estudios geográficos*, 30 (146-147), 225-242.
- MENA GARCÍA, M. D. (1998). *Sevilla y las flotas de Indias: La Gran Armada de Castilla del Oro (1513-1514)*. Sevilla: Universidad de Sevilla: Fundación Cultural El Monte.
- MENDOZA Y RIOS, J. (1787). *Tratado de navegación*. 2 Volúmenes. Madrid: Imprenta Real.

- MENDOZA Y RIOS, J. (1795). *Memoria sobre algunos metodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares y aplicacion de su teorica a la solucion de otros problemas de navegacion*. Madrid: Imprenta Real.
- MENDOZA Y RIOS, J. (1800). *Coleccion de tablas para varios usos de la navegacion*. Madrid: Imprenta Real por Don Pedro Julian Pereyra.
- MEXÍA, P. (1570). *Silua de varia lection compuesta por el Magnifico cauallero Pero Mexia; Nueuamente agora añadida en ella la quarta parte, por el mimo autor: en la qual se tratan muchas cosas y muy agradables y curiosas*. Sevilla: En casa de Hernando Díaz.
- MIRA CABALLOS, E. (2010). La vida y muerte a bordo de un navío del siglo XVI: Algunos aportes. *Revista de la Historia Naval*, (108), 39-57.
- MORENO RICO, J. M. (2011). *El Capitán de la Marina Mercante José Ricart Y Giralt (1847-1930). Una aproximación a la Historia Marítima contemporánea de Barcelona* (Tesis doctoral). Barcelona: Departament de Ciència I Enginyeria Nàutiques (UPC).
- MORENO Y ZABALA, B. (1732). *Práctica de la navegación, uso y conocimiento de los instrumentos más precisos en ella, con las reglas para saber si están bien contruidos. Modo de saber hacer la derrota y las circunstancias que en ella se necesitan. Así mismo toda la mayor parte de las derrotas, que desde Cádiz se hacen a los Puertos de la América, con las noticias de la calidad, y cantidad de los fondos de la mayor parte de las sondas de dicha América; y por ellas el conocimiento de algunos parajes: como también diferentes prevenciones para conducirse a la práctica en este Arte*.
- MOREO MORENO, F. (2017). *Extranjeros en las Academias de la Real Armada: entre la Formación y el Prestigio Internacional, 1717 -1824*. (Tesis doctoral). Murcia: Universidad de Murcia.



- MOREU CURBERA, C. D., Y MARTÍNEZ JIMÉNEZ, C. D. (1987). *Astronomía Y Navegación* Volumen 1. Vigo: Librería San José.
- MURIEL, A. (1839). *Gobierno del Señor Rey Don Carlos III o Instrucción Reservada para Dirección de la Junta de Estado; Que creó este Monarca*. Madrid: Imprenta que fue de Fuentenebro.
- Museo Naval de Madrid. Estudios sobre instrumentos de navegación*. Recuperado de: <https://batiburrillosubmarino.wordpress.com/tag/museo-naval-de-madrid/>
- NAJERA, A. (1628). *Navegacion especulativa y práctica*. Lisboa: Pedro Craesbeeck
- NAVARRO BROTONS, V. (2014). *Disciplinas, saberes y prácticas. Filosofía natural, matemáticas y astronomía en la sociedad española de la época moderna*. Valencia: Universitat de Valencia.
- NAVARRO GARCÍA, L. (1967). Pilotos, maestros y señores de naos en la carrera de las Indias. *Revista histórica, literaria y artística*, 46 (141), 241-298.
- ORDÓÑEZ, J., NAVARRO, V., Y SÁNCHEZ RON, J. M. (2013). *Historia de la ciencia*. Barcelona: Espasa Libros, S.L.U.
- ORTEGA VILLOSLADA, A. (2015). *La marina mercante medieval y la casa de Mallorca: Entre el Mediterráneo y el Atlántico*. Lleida: Pagès editors.
- PALAU CLAVERAS, A. (1943, edición 2010). *Ensayo de bibliografía marítima española*. Valladolid: Maxtor.
- PARDO TOMÁS, J. (2003). Censura Inquisitorial y lectura de libros científicos una propuesta de replanteamiento. *Tiempos modernos*, 4 (9), 1-18.
- PASCUAL, A. (1789). *Descubrimiento de la aguja náutica, de la situación de la América, del Arte de navegar y de un nuevo método para el adelantamiento de las artes y ciencias. Disertacion en que se prueba que el primer autor de todo lo expuesto es el B. Raymundo Lulio*. Madrid: En la imprenta de Manuel Gonzalez.

- PATOUN, A. (1739). *A complete treatise of practical navigation demonstrated from it's first principles: together with all the necessary tables. To which are added, the useful theorems of mensuration, surveying, and gauging ; with their Application to Practice*. London: J. Brotherton, J. Hazard, W. Meadows, T. Cox, T. Astley, S. Austen, L. Gilliver, R. Ware, A. Millar, C. Corbet, R. Willoct.
- PAVÍA, F. P. (1873). *Galería biográfica de los Generales de Marina Jefes y personajes notables que figuraron en la misma corporación desde 1700 a 1868*. Volumen 1. Madrid: Imprenta a cargo de J. López.
- PÉREZ- MALLÍNABUENO, P. E. (s.f.a). *Viejos y nuevos libros para Pilotos: la evolución de los tratados de náutica Españoles del siglo XVI al XVIII*. Universidad de Sevilla. Recuperado de: [http://expobus.us.es/ulloa/pdf/ULLOA\\_ESTUDIO\\_2.pdf](http://expobus.us.es/ulloa/pdf/ULLOA_ESTUDIO_2.pdf)
- PÉREZ-MALLAÍNA BUENO, P. (1992a). *Los Hombres del Océano: Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Diputación de Sevilla.
- PÉREZ-MALLAÍNA BUENO, P. E. (1992b). Oficiales y marineros de la carrera de Indias (siglo XVI). *Congreso de historia del descubrimiento. Actas*, 3, 27-55. Madrid: Real Academia de la Historia.
- PÉREZ-MALLAÍNA BUENO, P. E. (2001). La creación de la Universidad de mareantes. *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 39, 43-62.
- PÉREZ-MALLAÍNA, P. E. (2010). *Andalucía y el dominio de los espacios oceánicos. La organización de la Carrera de Indias en el siglo XVI*. Fundación Corporación Tecnológica de Andalucía.
- PÉREZ-MALLAÍNA BUENO, P. E. (2015). *Nafragios en la Carrera de Indias durante los siglos XVI y XVII: El hombre frente al mar*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

- PICATOSTE Y RODRIGUEZ, F. (1891). *Biblioteca científica española del siglo XVI. Estudios biográficos y bibliográficos de ciencias exactas físicas y naturales y sus inmediatas aplicaciones en dicho siglo*. Madrid: Imprenta y fundación de Manuel Tello.
- PINTOS, G., Y IBÁÑEZ, I. (2019). Antonio de Gaztañeta e Iturrizalza (1656-1728): Notas biográficas inéditas. *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 42 (86), 99-119.
- PONS I GURI, J. M. (1993). *Estudi dels Pilots: Assaig monogràfic sobre la Reial Escola de Nàutica d'Arenys de Mar*. Barcelona: Curial Edicions Catalanes.
- POPPER, K. R. (1994). *Conocimiento Objetivo. Un enfoque evolucionista* (4ª ed.) Madrid: Tecnos. [Edición original Inglaterra, 1972].
- PORRAS, J.I. de (1765). *Nautica laconica, o Regimen de hallar la longitud en el mar por los rumbos, y variacion de la aguja discurrido, y puesto en orden por Don Joseph Ignacio de Porras, natural de la ciudad de Malaga*. Madrid: En la oficina de Miguèl Escribano.
- PORTER Y CASANATE, P. (1634). *Reparos a errores en la navegación*. Zaragoza
- POZA, A. (1585). *Hydrografia la mas curiosa que hasta aquí ha salido a luz, en que de mas de un derrotero general, fe enfeña la navegación por altura y derrota, y la del Efte Oefte: con la Graduacion de los puertos, y la navegación al Catayo por cinco vías diferentes. Compuesto por el Licenciado Andres de Poça natural de la ciudad de Orduña abogado e el muy noble leal Señorío de Vizcaya*. Bilbao: Mathias Mares.
- POZA, A. (1587). *De la antigua lengua, poblaciones y comarcas de las Españas en que, de paso, se tocan algunas cosas de la Cantabria [...]*. Bilbao: Matías Marés.
- PRIETO, D. (1791). *Colección de tablas invariables, que sirven para hallar en el mar con la mayor brevedad la longitud, latitud y variación*. Murcia: Imprenta de Antonio Ramirez.

- PUENTE OLEA, M. (1900). *Los trabajos geográficos de la casa de la contratación*. Sevilla: Escuela tipográfica y librería Salesianas.
- PUIG-SAMPER, M.A. (2016). *Estudio crítico Alejandro Malaspina*. Madrid: Fundación Larramendi.
- PULIDO RUBIO, J. (1950). *El Piloto Mayor de la casa de Contratación de Sevilla. Pilotos mayores, catedráticos de cosmografía y cosmógrafos*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano Americanos.
- QUIROGA, José. (1784). *Tratado de el arte verdadero de navegar pro circulo paralelo a la equinocial; que para utilidad de la Marina Española da a la luz publica D. Manuel Mendez Quiroga ; con dos figuras mathematicas i un tratadillo al fin sobre la aguja de marear*. Bolonia: En la casa de Santo Thomas de Aquino.
- REBOLLO ESPINOSA, M. J. (1988). Desprestigio social y oficios viles en la España del siglo XVIII: Ascendencia socio profesional del alumnado del Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla. *Cuestiones pedagógicas*, (45), 211-227.
- Recopilación de las leyes de los Reinos de las Indias, mandada imprimir y publicar por la Magestad Católica del Rey Don Carlos II, Nuestro Señor*. (1841). Volumen 3, Madrid: Boix.
- Recopilación de Leyes de los Reynos de las Indias mandadas imprimir, y publicar por la Magestad Católica del Rey Don Carlos II Nuestro Señor*. Volumen 1. (1681). Madrid: Julian de Paredes.
- Reglamento general de quanto abraza el total armamento de los navios, fragatas y corbetas de la Real Armada, desde la manga de 29 codos hasta la de 14*. (1792). Santiago : Ignacio Aguayo y Aldemunde.
- REY PASTOR, J. (1970). *La ciencia y técnica en el descubrimiento de América*. Buenos Aires: Espasa Calpe.

- REYES GÓMEZ, F DE LOS. (2005). Segovia y los orígenes de la imprenta española. *Revista General De Información Y Documentación*, 15 (1), 123 - 148. Recuperado a partir de <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/RGID0505120123>
- RICART Y GIRALT, J. (1901). *Historial de la Escuela Especial y Provincial de Náutica de Barcelona*. Barcelona: Imp. de Subirana Hermanos.
- RIOS DELGADO, J. J. (2009). *El funcionamiento de los primeros años de la Escuela de Náutica de Barcelona bajo la dirección de Sinibaldo Mas y factores socio-económicos que motivaron su creación* (Tesis doctoral), Barcelona: UPC.
- RIQUER Y ZABECOE, C. (1907). Marineros Ilustres. *Revista Vascongada*, (56), 255-256.
- RIVERA MARQUEZ, P. (1728). *Continente americano argonauta de las costas de Nueva España y tierra firme y bajos de esta navegación longitud y altura del polo de sus puertos y noticias de estas habitaciones*. Madrid.
- RIVERA MARQUEZ, P. (1728). *Directorio marítimo instrucción y práctica de la navegación. Noticia de los puertos de España desde Cantabria hasta Gibraltar y los de Nueva España. Tierra Firme e islas adyacentes*. Madrid.
- ROBERTSON, J. (1780). *The elements of navigation; containing the theory and practice*. London: J.Nourse, Boofeller to his Majesty.
- RODRÍGUEZ CANCHO, M. (2016). Cambios y tensiones sociales en el siglo XVII. En A. FLORISTÁN, *Historia moderna universal* (pp. 515-528). Barcelona: Editorial Planeta, S.A.
- RODRÍGUEZ-MARTOS I DAHUER, R. (1996). *El buque mercante un análisis sociológico*. Barcelona: UPC.
- ROGERS, F. M. (1955). The Vivaldi expedition. *Annual Reports of the Dante Society*, (73), 31-45.

- RUIZ Y PABLO, Á. (1919). *Historia de la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona (1758 a 1847)*. Barcelona: Talleres de artes gráficas: Henrrich y C.
- SALAVERT FABIANI, V. L. (1995). La cultura científico técnica en la España de los siglos XVI y XVII. *Bulletin Hispanique*, 97 (1), 233-259.
- SALAZAR, E. (1573, edición 1866). *Cartas de Eugenio de Salazar; vecino y natural de Madrid, escritas à muy particulares amigos suyos, publicadas por la sociedad de bibliófilos españoles*. Madrid: Imprenta y Esterotipia de M. Rivadeneyra.
- SALAZAR, L. M. (1809). *Discurso sobre los progresos y estado actual de la hidrografía en España*. Madrid: En la Imprenta.
- SALVÁ, M. Y SAINZ DE BARANDA, P. (1852). *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Volumen 21. Madrid: Imprenta de la Viuda de Calero.
- SAN ANTONIO GÓMEZ, C.; MANZANO AGUGLIANO, F.; LEÓN CASAS, M.A. (S/F). *Tomás López, un cartógrafo de gabinete del siglo XVIII: Fuentes y método de trabajo*. Recuperado de: <http://docplayer.es/50678881-Tomas-lopez-un-cartografo-de-gabinete-del-siglo-xviii-fuentes-y-metodo-de-trabajo.html>
- SÁNCHEZ MARTÍNEZ, A. (2010). La voz de los artesanos en el Renacimiento científico: Cosmógrafos y cartógrafos en el preludio de la nueva filosofía natural. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura*. CLXXXVI.
- SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1733). *Tratado de Artilleria, theórica, y práctica en donde se da entera noticia y conocimiento de todas las piezas antiguas y juntamente de las modernas de la Nueva Ordenanza del año 1716*. Sevilla.
- SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1742). *Tratado de Trigonometria nautica y de la Construccin y ufo de las Egfcaldas Plana y Artificial, y de la Tabla de Partes Meridionales, y algunos Problemas curiosos, que para la educacion de los Colegiales del Real Seminario de Sr. S. Telmo extra muros de l*. Sevilla: En la Imprenta de los Recientes.

- SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1749). *Tratado de navegación y theorica, y practica segun el orden, y Methodo, con que fe enfeña en el Real Colegio Seminario de Sr. S. Telmo, extramuros de la Ciudad de Sevilla. Sevilla.*
- SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1751). *Tratado de Arithmetica theorica y practica segun el modo con que se enfeña en el Real Colegio Seminario de San Telmo extra muros de la ciudad de Sevilla. Sevilla: Imprenta de los Recientes en Calle de Genova.*
- SÁNCHEZ SANS, R. (2000). *La conquista del Atlántico: navegación, colonizaciones y comercio en los siglos VI al XV. Madrid: Arcos libros.*
- SANS, M. (1795). *Recopilación de varias tablas propias a la navegación y astronomía. Barcelona: Por Juan Francisco Piferrer, Impresor de S.M.*
- SANTOS ARREBOLA, M. S. (1992). La fundación del Real Colegio de Náutica de San Telmo de Málaga. En L. C. ÁLVAREZ SANTALÓ, & M. D. CREMADES GRINÁN, *Mentalidad e ideología en el antiguo Régimen* (pp. 467-477). Murcia: Universidad de Murcia.
- SEIXAS Y LOBERA, F. de. (1688). *Teatro naval hidrográfico, de los flujos, y reflujos, y de las corrientes de los mares, estrechos, archipiélagos, y pasajes aquales del mundo, y de las diferencias de las variaciones de la aguja de marear, y efectos de la luna, con los vientos generales, y particulares que reinan en las cuatro regiones marítimas del orbe. Madrid: Antonio de Zafra.*
- SELLER, J. (1730). *Practical Navigation or an introduction to the whole art. London: Thomas Page. 1st ed. 1669.*
- SELLÉS GARCÍA, M, Y LAFUENTE, A. (1984). La formación de los pilotos en la España del siglo XVIII. *La ciencia moderna y el conocimiento del nuevo mundo: Actas de la I Reunión de Historia de la Ciencia y de la Técnica de los Países Ibéricos e Iberoamericanos.* (Madrid, 25 a 28 de septiembre de 1984) / coord. por José Luis Peset Reig, 1985, (pp. 149-192). Madrid.

- SELLÉS, M. (1994). *Instrumentos de Navegación: Del Mediterráneo al Pacífico*. Madrid: Lunverg.
- SELLÉS, M. (1988). La Academia y Observatorio de Marina. En M. SELLÉS, J. L. PESET, & A. LAFUENTE, *Carlos III y la ciencia de la Ilustración* (pp. 173-186). Madrid: Alianza Editorial.
- SELLÉS GARCÍA, M. A. (2000). *Navegación Astronómica en la España del Siglo XVIII*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- SERRANO, G.A. (1735). *Astronomía universal teórica y práctica: conforme a la doctrina de los antiguos y modernos astrónomos, con método fácil y muy claros ejemplos, para que los aficionados a tan sublime ciencia puedan saber sin voz de maestro, y juntamente otros asuntos muy curiosos de cronología astronómica, y computo eclesiástico*. Volumen 1. Córdoba: Pedro Arias de la Vega y Domingo Acosta.
- SOBEL, D. (1998). *Longitud*. Madrid: Debate, S.A.
- SOLÍS, C., Y SELLÉS, M. (2015). *Historia de la ciencia*. 4ª edición. Barcelona: Espasa Libros, S.L.U.
- SUÁREZ-IÑIGUEZ, E. (2005). ¿Es realmente necesaria la hipótesis al inicio de la investigación? *Estudios políticos*, (5), 43-56.
- SUAY ARTAL, J. (2000). *Análisis pormenorizado de un problema crucial de geografía matemática: La determinación del punto* (Tesis doctoral). Alicante: Universidad de Alicante.
- SYRIA, P. de (1602). *Arte de la verdadera navegación, en que se trata de la máquina del mundo, es a saber, cielos, y elementos: de las mareas, y señales de tempestades: del aguja de marear: del modo de hacer cartas de navegar: del uso de ellas: de la declinación y rodeo, que comúnmente hacen los pilotos: del modo verdadero de navegar por círculo menor: por línea recta sin declinación ni rodeo: el modo como se sabrá el camino, y leguas que ha navegado el piloto, por cualquier*



- rumbo: y últimamente el saber tomar el altura del polo*. Valencia: En casa de Juan Crisóstomo Garriz.
- TOFIÑO DE SAN MIGUEL, V. (1771). *Compendio de la Geometría elemental y Trigonometría rectilínea para uso de los Caballeros Guardias-Marinas*. Isla de León: Imprenta de la Real Academia.
- TOFIÑO DE SAN MIGUEL, V. (1789). *Atlas Marítimo de España*. Madrid. Recuperado de: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000000294>
- Tomo segundo de las leyes de recopilación que contienen los libros sexto, septimo, octavo y nono*. (1745). Madrid: Herederos de la viuda de Juan García Infanzón.
- TORRE, F.T. (1985). *Diario de viaje de Salamanca a Ciudad Real de Chiapa, 1544-1545. Edición preparada sobre el texto de de la historia de Fray Francisco Ximenex, O.P.* Caleruega (Burgos): OPE.
- TOSCA, T.V. (1707-1715). *Compendio matemático, en que se contienen todas las materias más principales de las ciencias que tratan de la cantidad*. Volumen 8. Astronomía práctica. Geografía. Náutica). Valencia: Antonio Bordazar.
- TOUS MELIÁ, J. (2001). La isla de el Hierro y el meridiano origen. *Estudios Canarios: Anuario del Instituto de estudios canarios*, (46), 249-288.
- ULLOA, A. (1795). *Conversaciones de Ulloa con sus tres hijos en servicio de la marina, instructivas y curiosas, sobre las navegaciones y modo de hacerlas, el pilotaje y la maniobra; noticia de vientos, mares, corrientes, pájaros, pescados y anfibios, y de los fenómenos que se observan en los mares en la redondez del globo*. Madrid: En la Imprenta de Sancha.
- URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R., (2005). La productividad científica de los autores. Un modelo de aplicación de la Ley Lotka por el método del poder inverso generalizado. *Información, cultura y sociedad*, 12, pp. 51-73.

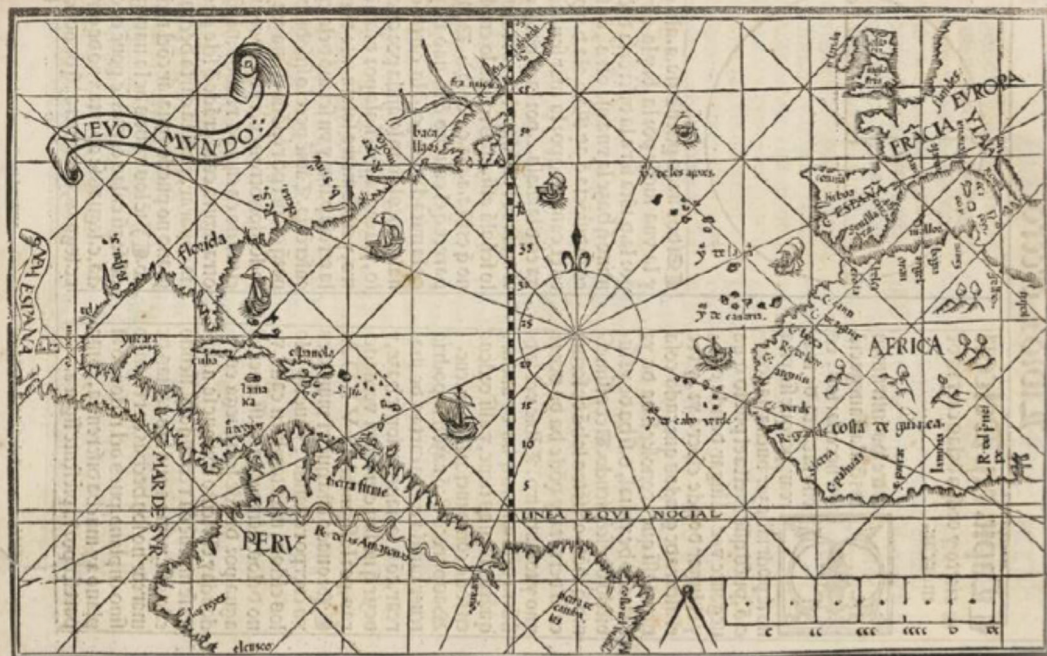
- URRUTIA Y DE LANDABURU, A (s.f). *Apuntes de astronomía náutica y navegación*. Lección 24: Mareas. Material inédito. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2099.4/1228>
- URRUTIA Y DE LANDABURU, A (s.f). *Apuntes de astronomía náutica y navegación*. Lección 50: Proyecciones. Material inédito. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2099.4/1228>
- URRUTIA, Á. *Astronomía náutica y navegación: apuntes* [en línea]. [s.l.]: [s.n.], [19-]. Recuperado de: a: <http://hdl.handle.net/2099.4/1228>
- VALDEÓN, J., PÉREZ, J., Y JULIÁ, S. (2018). *Historia de España*. Barcelona: Grupo Planeta.
- VÁZQUEZ LIJÓ, J. M. (2006). La Matrícula de Mar y sus repercusiones en la Galicia del siglo XVIII. *Ohm: Obradoiro De Historia Moderna*, (15). <https://doi.org/10.15304/ohm.15.919>
- VAZQUEZ QUEIPO, V. (1967). *Tablas de los logaritmos vulgares de los números desde 1 hasta 20.000 y de las líneas trigonométricas*. Madrid: Librería y casa editorial Hernando, S.A.
- VEITIA LINAJE, J. (1672). *Norte de la Casa de Contratación de las Indias Occidentales*. Sevilla: Juan Francisco de Blas
- VELASCO, B., EIROS, J. M., PINILLA, J. M., Y SAN ROMÁN, J. A. (2012). La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora. *Aula abierta*, 40 (2), 75 - 84.
- Viage al Estrecho de Magallanes por el Capitan Pedro Sarmiento de Gambóa en los años de 1579 y 1580: Y noticia de la expedicion que despues hizo para poblarle (1768)*. Madrid: Imprenta Real de la Gazeta.
- VICENS VIVES, J. (1977). *Historia Económica de España*. Barcelona: Vicens - Vives.

- VICENTE MAROTO, M. I. (2001). *La navegación en el siglo de oro. Cátedra Jorge Juan: Ciclo de conferencias*: Ferrol, curso 2000/2001/Jesús Victoria Meizoso (dir. congr.). 2003, (187-230). Ferrol
- VIGIER DE TORRES, A. (1969). *Curso de Derecho Marítimo*. Madrid: Subsecretaría de la Marina Mercante.
- VILLAR GARCÍA, M. B., Y PEZZI CRISTÓBAL, P. (2003). Libros extranjeros en la biblioteca del matemático Benito Bails: 1731-1797. En I. ARIAS DE SAAVEDRA ALIAS, *Los extranjeros en la España moderna*. Actas del I coloquio Internacional. Málaga 28 - 30 noviembre de 2002 (pp. 125-138). Málaga: M.B VILLAR GARCÍA Y P.PEZZI CRISTOBAL.
- WILSON, H. (1715). *Navigation new modell'd: Or a treatise of geometrical, trigonometrical, arithmetical and practical navigation*. London: Eben. Tracey, and the three Bibles on Lond-bridge, Ben. Pickard, and the three Bibles in the Minories; and W. Meadws, at the Angel, near the Fleece tavern in Cornbell.
- ZAMORANO, R. (1576). *Los seis libros primeros de la geometria de Euclides. Traduzidos en lengua E Española por Rodrigo Çamorano Aftrologo y Mathematico, y Cathedratico de Cofmographia por fu Mahestad en la Cafa de la Contratacion de Sevilla. Dirigido al Illustre feñor Luciano de Negrón, Canonigo dela fancta yglesia de Sevilla*. Sevilla: En casa de Alonso Barrera.
- ZAMORANO, R. (1581). *Compendio de la Arte de Navegar de Rodrigo Çamorano, Aftrologo y Matematico, y Cofmografo de la Mageftad Catolica de Don Felipe fegundo Rey de E España, y fu Catedratico de Cofmografia en la cafa de las Indias y de la Ciudad de Sevuilla*. Sevilla: Alonso de la Barrera.
- ZAMORANO, R. (1594). *Cronologia y Repertorio de la razon de los tiempos*. Sevilla: En la imprenta de Rodrigo Cabrera.

ZAMORANO, R. (2011). *Compendio de la arte de navegar*. Valencia: Librerías París-Valencia, (edición facsímil de la de Sevilla, 1581).

ZARAGOZA Y VILANOVA, B. J. de. (1675). *Esfera en común celeste y terráquea*. Madrid: Juan Martín del Barrio.

# ANEXOS





## ANEXO 1. LISTADO DE OBRAS DE NÁUTICA

---

ALCALA GALIANO, Dionisio<sup>253</sup>.

(1795). *Memoria sobre el cálculo de la latitud del lugar por dos alturas del Sol. Madrid.*

*En casa de Ibarra.*

(1796). *Memoria sobre las observaciones de Latitud y Longitud en el mar. Madrid. En*

*la imprenta de Joachin Ibarra..*

---

ARCHER MENOR, Miguel<sup>254</sup>.

(1756). *Lecciones náuticas, explicadas en el Museo Mathematico de el M.N. y M.L.*

*Señorío de Vizcaya, Noble Villa de Bilbao. Bilbao: Antonio de Eguzquisa Impresor de dicho M.N. y M.L. Señorío.*

---

253 Dionisio Alcalá Galiano (Cabra (Córdoba), 8 de octubre de 1760 – Cabo Trafalgar, 21 de octubre de 1805). A la edad de 15 años ingresó en la Academia de guardias marina de Cádiz, en donde realizó el curso de estudios mayores bajo la dirección de Vicente Tofiño. Participó en los trabajos del levantamiento de las cartas de las costas de España y colaboró con Tofiño en el levantamiento de la carta de las islas Terceras (Paula Mellado, 1846). En 1789 de la expedición de Malaspina, que durante 5 años realizaron observaciones científicas: astronómicas, geográficas, etnológicas, lingüísticas botánicas, zoológicas, cartográficas y de exploración (Puig-Samper, 2016). Combatió en la batalla de Trafalgar en donde murió a bordo del buque a su mando Bahama.

254 Miguel Archer (Bilbao, 1718 – Bilbao (Vizcaya), 1752). Poco se sabe de este autor, según Ibáñez y Llombart (2000) en 1742 se le nombró profesor de náutica y matemáticas en la Escuela de Náutica de Bilbao y en 1749 por sus servicios el Rey Fernando VI le concedió el grado de capitán de fragata de la Real Armada. En AGMAB 3389/2 consta como piloto particular (capitán de fragata).

---

ARIAS MIRAVETE, José<sup>255</sup>.

(1739). *La mas preciosa margarita del oceano, en cuyo fondo brilla à gyro un fixo punto; Union del Instituto Cofmografico; Perla Verdadera, Que identifica el de una fcientifica Nautica, que manifiesta el ufo practico de la Bruxula, hafta oy mal entendida. Y la insigne chimera de la dicha Bruxula en la Cartafobre linea paralela: delineacion repugnante, à la que con toda natural verdad constituye la Bruxula. Madrid. Por Antonio Marin.*

(1748). *Náutica disciplina. Plantea la navegacion del océano por su ancho golfo en seis lecciones, que dedica a los que la enseñan. Murcia. Felipe Díaz Cayuela.*

---

BAILS, Benito<sup>256</sup>

(1779). *Elementos de Matemática. Donde se enseña la especulativa con su aplicación a la dinámica hidrodinámica, óptica, astronomía, geografía, gnomónica, arquitectura, perspectiva y al calendario. Madrid: D. Joachin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M.*

---

255 José Arias Miravete (Caravaca, Murcia, 1726 – 1784). Fraile Franciscano, en la que el autor, en su petición de juicio y parecer al muy ilustre Sr. D. Buenaventura Antonio de la Balfa y Salabert, se presenta como: “Lector de Philofofia, del Orden de S. Francisco, Menor Observante” (p. s/n), mientras que Aguilar (1981) le atribuye la profesión de cosmógrafo

256 Benito Bails (San Adrián de Besós (Barcelona), 1730 – Madrid, 12.VII.1797). Recibió una formación sólida desde su adolescencia, primero en Perpiñán donde se habían trasladado sus padres, pasando posteriormente a Tolouse a estudiar matemáticas y teología en la Universidad de los Jesuitas, finalizados estos se trasladó a Paris, en donde conoció a D’Alembert y Condorcet. A su regreso a España en 1761 se dedicó a la traducción de textos, siendo el más destacable la *Instrucción militar del Rey de Prusia para sus Generales*, que la tradujo del francés al castellano. Formó parte de diversas Academias, en 1765 de la de Historia, primero como supernumerario y en 1775 como numerario, a la Real Academia Española en 1771, a la Academia de Ciencias y Artes de la ciudad de Barcelona y a la Academia de Bellas Artes de San Fernando, de la que fue catedrático de matemáticas desde su fundación en 1768 hasta su fallecimiento. Desde su cátedra publicó tratados de matemáticas como los once volúmenes titulados *Elementos de matemáticas*. Su inquietud intelectual alcanzó a la música, la arquitectura y a la sanidad, materias sobre las que también publicó obras. (Villar y Pezzi, 2003, p.125-127).



---

BARALT i TORRES, José<sup>257</sup>.

(1786). *Recopilacion de varias tablas propias para la navegacion: precedidas de su explicación para facilitar el uso de ellas a los principiantes en el arte; explicadas y corregidas por Don Joseph Baralt. Barcelona. Eulalia Piferrer, Viuda, Impresora del Rey nuestro Señor.*

---

BARREDA Y ACEVEDO, Francisco<sup>258</sup>.

(1765). *El marinero instruido en el arte de navegacion especulativo, y practico, según se enseña en el Real Seminario del Sr. San Telmo de Sevilla. Sevilla.*

(1770). *El arithmetico inferior, especulativo, y practico, dispuesto a la enseñanza de los Colegiales del Real Seminario de San Telmo, extra-muros de la Ciudad de Sevilla. Sevilla.*

(s.f). *Puntual, Veridica Topographica descripcion, del famoso puerto y ciudad de San Cristoval de la Habana, en la Isla de Cuba, una de las Isla de barlovento, en que se refiere el numero de Vecinos que comprehende, Parroquias, Conventos, Hospitales, y Colegios, Cañillos, Fuertes, Municiones, y otras particularidades dignas de la mayor atencion. En la imprenta de Jofeph Navarro y Armijo.*

---

257 Joseph Baralt (29 May 1740, (Arenys De Mar, Maresme), Barcelona, 28 Ago 1829, (Arenys De Mar, Maresme), Barcelona). Piloto de la Carrera de América, navegó durante varios años en la marina Mercante, siendo movilizadado varias veces por Real Armada, en donde se le concedió el grado de primer piloto honorario y de Alférez Fragata graduado. En 1779 fundó la Escuela de Náutica de Areyns de Mar , por que regentó hasta su fallecimiento. (Pons i Guri, 1993, p.12).

258 Francisco de Barreda y Acevedo (1713 – 1791). Ingresó en el Colegio de San Telmo de Sevilla a la edad de 8 años, una vez finalizado el primer periodo de estudios, el 3 de mayo de 1730 se embarcó en el navío San Luis ocupando plaza de grumete, el 1 de julio de 1732 se desembarca para volver al Colegio de San Telmo a proseguir sus estudios, en donde permanecerá hasta el 28 de abril de 1733, fecha en la que se embarcó en el navío San Felipe, ocupando plaza de pilotín. Al tornaviaje se le volvió a admitir en el Colegio “Por ser adelantado este Muchacho y uno de los mas aprovechados en las facultades náuticas”, por lo que el 31 de enero de 1734 se reincorporó, continuando sus estudios hasta su licenciamiento el 20 de julio de 1735, momento en el que se embarcó en el navío Princesa, ocupando plaza de pilotín. (AHUS, Libro 217 (fol. 134 – 139) y (AHUS, Libro 273, p.56). Después de dedicar más veinte años a navegar, el 30 de junio de 1757 se le nombró Maestro y Catedrático de otras Ciencias, y Navegación especulativa y práctica para sustituir al fallecido Juan Sánchez Reciente, dicho nombramiento fue aprobado por la Junta General de la Universidad de Mareantes el 22 de diciembre de 1757. Su incorporación a la plaza de Maestro, tuvo que esperar hasta el 14 de enero de 1758 a que volviese del Puerto de Veracruz lugar en donde se encontraba en el momento de su nombramiento. (AHUS, Libro 311).

(s.f.). *Extracto en forma de dialogos, para la más pronta educación de los colegiales de San Telmo de Sevilla, sobre la Aritmética, Geometría, y Trigonometría plana y esférica.*

(s.f.). *Conferencias náuticas sobre los Globos celestes y terraqueo.*

---

CEDILLO Y RUJAQUE, Pedro Manuel<sup>259</sup>

(1717). *Compendio de la Arte de Navegar. Sevilla: Lucas Martín de Hermosilla, Impresos, y Mercader de libros en Calle Genova.*

(1718). *Trigonometría aplicada a la Navegación, así por el beneficio de las tablas de los Senos y Tangentes Logarítmicas, como por el uso de las dos Escalas Plana y Artificial como por el uso. Sevilla: Lucas Martín Hermofilla.*

(1745). *Tratado de la Cosmographia y Nautica. Cádiz: Miguel Gomez Guiraun.*

---

CISCAR Y CISCAR, Gabriel<sup>260</sup>.

(1795). *Tratado de aritmética para la instrucción de los guardias marinas. Murcia. Manuel Muñiz impresor de Marina.*

---

259 Pedro Manuel Cedillo y Rujaque (Sevilla, 1676 – Puerto de Santa María (Cádiz), 1767). Ingresó en el Colegio de San Telmo de Sevilla en 1684 cuando contaba 8 años de edad, en 1690 realizó su primer viaje como paje, a los que le siguieron los realizados en 1695, 1696 y el último en 1699 ya como despedido, cobrando su sueldo integro por considerar que ya estaba preparado en el arte de navegar. Volvió al Colegio en 1701 en calidad de profesor de Matemáticas y navegación donde permaneció hasta 1724, que fue nombrado profesor de matemáticas de la Academia de guardias marinas de Cádiz (AHUS, Libro 271, p. 189) de la cual en 1728 fue nombrado Director, lo que conllevaba el cargo de piloto mayor de la Carrera de Indias, con la facultad de examinar a los pilotos. Permaneció en el cargo hasta su retiro en 1753. (García Garralón, 2007, vol.I, p.235).

260 Gabriel Ciscar y Ciscar (Oliva, (Valencia); 17 de marzo de 1759-Gibraltar; 12 de agosto de 1829). Ingresó en la Academia de guardias marinas de Cartagena en el año 1777, realizó su primer embarque en 1778, siendo ascendido a Alférez de Fragata ese mismo año, pasando a dar clases de varias asignaturas en la citada academia, a partir de ahí alternó los periodos de embarque, con la enseñanza, compaginando la realización del curso de estudios mayores con la impartición de la asignatura de navegación en la Academia de Cartagena. Tuvo una dilatada actividad política y científica, desempeñó los cargos de: Secretario vocal de la sección de lo militar de la Junta Central Suprema, Secretario vocal del supremo Consejo de Guerra y Marina, Gobernador militar y político de la plaza de Cartagena y Subdelegado de Rentas de su provincia marítima, Secretario de Estado y del despacho de Marina y miembro del Consejo de Regencia de España e Indias; en lo científico, cabe destacar que: dirigió la impresión del Examen marítimo adicionado, en 1798 concurrió en París al consejo de sabios que debían fijar la unidad fundamental de los nuevos pesos y medidas, mereciendo sus conclusiones la aprobación del Instituto Nacional de Francia. Por motivos políticos el General Ciscar tuvo que emigrar en 1823, por estar en peligro su vida. (Pavía, 1873. Tomo.I, pp. 313-323).

(1796). *Tratado de cosmografía, para la instrucción de los guardias marinas. En Cartagena en la Oficina de Marina de este Departamento.*

(1796). *Tratado de Trigonometría esférica para la instrucción de los guardias marinas. En Cartagena en la Oficina de Marina de este Departamento.*

---

CLARIANA Y GUALBES, Antonio de<sup>261</sup>.

(1731). *Resumen nautico de lo que se practica en el teatro naval, ó Representacion sucinta del arte de marina. Barcelona. en la imprenta de Iuan Piferrer.*

---

CHAVES, Jerónimo de<sup>262</sup>

(1566). *Chronographía o repertorio de los tiempos, el más copioso y preciso que hasta ahora ha salido a luz / compuesto por Hieronymo de Chaves. Sevilla. En casa de Joan Gutierrez.*

(1545). *Tractado de la sphaera que compuso el doctor Ioannes de Sacrobusto con muchas additiones; agora nueuamente traduzido de latin en lengua castellana por el bachiller Hieronymo de Chaves: El cual añadió muchas figuras tablas y claras demostraciones: junctamente con unos breves Sholios neccessarios a mayor illucidation, ornato y perfection dl dicho tratado. Sevilla. en casa de Juan de Leon,*

---

261 Antonio de Clariana Gualbes (Vic, (Barcelona), 1683 - Barcelona, 1756). Poco más se sabe se sabe sobre su biografía, que fue caballero de la Orden de San Juan, navegó en los navíos de la religión de San Juan y que participó en varias expediciones contra los turcos. (Fernández de Navarrete, 1846, p.406) y (Iglesias, 2000, p.28).

262 Jerónimo de Chaves. (Sevilla, 1523- Sevilla, 1574). El Bachiller Jerónimo de Chaves fue nombrado Catedrático de Cosmografía de la Casa de Contratación de Sevilla, el 4 de diciembre de 1552, siendo el primero que ocupó esta Cátedra. Fue uno de los más prestigiosos cosmógrafos fabricante de instrumentos de su tiempo, autor de dos padrones uno lo vendió a la Casa de Contratación y el otro al Consejo de Indias. En 1566 fue convocado a la Corte para asistir a una reunión de cosmógrafos, a la que no fue citado su padre el piloto, Piloto Mayor y Cosmógrafo de la casa de Contratación, debido a su delicado estado de salud. Por dejación de sus funciones se le apartó de sus funciones en la Casa de Contratación por Real Cédula de 12 de agosto de 1568. (Chaves, 1545) y (Pulido Rubio, 1950, pp. 68-69).

---

CORTÉS, Martín<sup>263</sup>

(1551). *Breve compendio de la fpha y de la arte de navegar / con nuevos instrumentos y reglas/ ejemplificado con muy subtiles demostraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjalaroz en el reyno de Aragon y de prefente vezino de la ciudad de cadiz: dirigido al invictiffmo Monarcha carlo Quinto Rey de las Epañaes etc. Señor Nuestro. Sevilla: En Casa de Antonio Álvarez.*

---

FALEIRO, Francisco<sup>264</sup>

(1535). *Tratado del esfera y del arte del navegar: con el regimiento de las alturas: con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias. Sevilla: Joan Cromberger*

---

FERNÁNDEZ, Antonio Gabriel<sup>265</sup>

(1732). *Practica de maniobras de los navios: en que se enseña el modo de darles todos los movimientos, de que son capaces, mediante el timon, y las velas impelidas del viento. Sevilla.*

---

263 Martín Cortes (Bujaraloz, (Zaragoza), 1510 – Cádiz, 1582). Se cree que estudió Filosofía y Arte, entre Zaragoza y Cádiz. Cambió su residencia sobre 1530 a Cádiz, donde residió la mayor parte de su vida. Poco se sabe sobre la profesión que ejerció, pero por una carta que escribió a Juan Parent Barón se sabe que a la navegación y cosmografía le dedicaba su tiempo libre (Picatoste, 1891, p.61). En 1551 se imprimió su obra *El Breve Compendio de la esfera* [...] reeditada en Inglaterra nueve veces (Guillén Tato, 1943. P. 14).

264 Francisco Faleiro (Covilhã (Portugal), ¿? – ¿Sevilla?, ca. 1574). Navegante y Cosmógrafo portugués al servicio de la Corona de Castilla (Pulido Rubio, 1950, p. 69), según Picatoste (1891) llegó a España acompañando a Magallanes, participó junto a su hermano Rui en la preparación de la expedición de Magallanes (Navarro Brotons, 2014, p.176).

265 Antonio Gabriel Fernández (Sevilla, 1702 – Isla de León (Cádiz), ¿?). Ingresó en el Colegio de San Telmo de Sevilla, el 27 de agosto de 1717, destacando en los estudios de matemáticas y náutica, por lo que al embarcarse el 3 de mayo de 1721 en el navío *Sanguineto* con destino a Tierra Firme, ocupando plaza de marinero se le permitió ganar para él, el sueldo, aunque no había sido despedido y tenía que volver para continuar sus estudios, el tornaviaje lo hizo como acompañado de piloto, en 1729 realizó su segundo embarque en el navío *Sol Dorado* con destino a Tierra Firme, ocupando plaza de artillero, haciendo el tornaviaje de 2º piloto (AHUS, Libro 272). En 1729 fue nombrado tercer maestro de matemáticas en la Academia de Guardias marinas de Cádiz, permaneció en la Academia hasta su fallecimiento (Iglesias, 2000, p.29).

- (1735). *Compendio de la geometria elementar, aritmetica inferior y trigonometria plana, y espherica. Lleva añadido en esta segunda impresión, Un tratado de Geometria Practica, usos de los instrumentos mas comunes para trabajar en el Papel, y Terreno, con la explicacion de los colores mas propios para designar, y lavar los planos, y perfiles de Fortificcion, &c. Sevilla: Imprenta de la siete Revueltas.*
- (1778). *Compendio de la geometria elementar especulativa y practica forma de levantar y labar los planos, y modo de hacer las tintas para su manejo. Sevilla. En la oficina de D. Nicolás Vazquez, y Compañía.*
- (1788). *Tratado de la Trigonometria Plana y Esferica. Continuacion del compendio de matematicas que dispuso Don Antonio Gabriel Fernandez. Colegial que fue de este Real Seminario de San Telmo de Sevilla, y Maestro de la Compañía de cavalleros Guardias Marinas para su uso, y ahora se reimprime para el de dicho Real Seminario, agregandole un apendice que amplifica mas el conocimiento de la Trigonometria esferica: las Tablas Logarithmicas de numeros naturales, y las de los Senos y Tangentes. Sevilla. En la oficina de Vazquez, Hidalgo, y Compañía, Impresores de dicho Real Seminario.*
- (1788). *Compendio de la aritmetica inferior, geometria elemental, especulativa y práctica, forma de levantar y lavar planos y trigonometría plana y esférica, dividido en dos tomos. Malaga. Imprenta de esta M.I. Ciudad de la Dignidad Episcopal.*

---

FERNÁNDEZ DE ENCISO, Martín<sup>266</sup>.

(1519). *Suma de geographia que trata de todas las partidas et prouincias del mundo, en especial de las Indias, et trata largamente del arte del marear, juntamente con la espera en romance, con el regimiento del sol et del norte. Sevilla: Jacobo Cromberger.*

---

FERRER MALDONADO, Lorenzo<sup>267</sup>

(1626). *Imagen del mundo sobre la esfera, Cosmografia, y Geografia, Teorica de Planetas, y arte de navegar. Alcalá: Juan Garcia y Antonio Duplastre.*

---

FLORES, Lázaro de<sup>268</sup>

(1673). *Arte de navegar. Navegacion astronomica. Theorica, y Practica. En la cual se contienen tablas nuevas de las declinaciones de el Sol, computadas al Meridiano de la Havana. Traense nuevas declinaciones de Eftrella, y infrumento nuevos. Madrid. Por Julian Paredes.*

---

266 Martín Fernández de Enciso (Sevilla, ca. 1469 – Sevilla, ca. 1530). Cursó sus estudios en la Universidad de Sevilla, en donde estudió Latín, Filosofía y Leyes, obteniendo el grado de Bachiller. Se desplazó al Nuevo mundo, en donde se dedicó al ejercicio profesional del Derecho, desprovisto de ética profesional (Melón y Ruiz de Cordejuela 1977, F-6).

267 Lorenzo Ferrer Maldonado (Guadix (Granada), ca. 1550 – Madrid, 1625). Ignoramos la biografía de este autor, por lo que recogemos lo que ha trascendido a través de la notas autobiográfica de su obra, que realizó estudios de navegación y navegó largos periodos de su vida (Ferrer Maldonado, 1626, Al lector). En el Capítulo II de su obra se reafirma cuando dice: “Todo lo cual tengo experimentado, porque desde la edad de 15 años comencé a navegar, y tengo andado mucha parte del mar de Levante, y Poniente, Indias, y otras navegaciones mas dificiles, y quise ser examinado de piloto, porque afsi lo vi hazer a otros hidalgos que feruian a fu Magestad en las armadas, para ganar credito de marineros, [...]” (Ferrer Maldonado, 1626, p. 263). En 1588 se atribuyó el descubrimiento del estrecho de Anián en un viaje no realizado (Fernández de Navarrete, 1846, p. 396) y en 1615 presentó a Felipe III un memorial en el que pretendía haber descubierto los secretos sobre la aguja fija y el método del cálculo de la longitud en la mar (AGI, Patronato, 262, R.6).

268 Lázaro de Flores (Dos Hermanas (Sevilla), ca. 1625 – La Habana, 1673). Estudió la carrera de medicina en la Universidad de Sevilla Licenciándose el 17 de noviembre de 1650 y doctorándose el 8 de diciembre del mismo año, el 17 de septiembre se trasladó a Cuba en donde vivió hasta su fallecimiento (Melón, et al. s/f).

---

GARCÍA DE CÉSPEDES, Andrés<sup>269</sup>

(1606). *Regimiento de navegacion que mando hacer el Rei nuestro Señor por orden de su consejo Real de las Indias a Andres Garcia de Cespedes su Cosmografo Mayor siendo Presidente en el dicho consejo el conde de Lemos. Madrid. En casa de Iuan de la Cuesta.*

---

GARCÍA DE PALACIO, Diego<sup>270</sup>

(1587). *Instrucción Nauthica, para el buen Ufo, y regimiento de las Naos, fu traça, y gobierno conforme à la altura de Mexico, y compuesta por el Doctor garcia de Palacio, del confejo de su Mageftad, y fu Oydor en la Real audiencia de la dicha Ciudad. Mexico. En casa de Pedro Ocharte.*

---

269 Andrés García de Céspedes (Gabanés (Burgos), ca. 1545 – Madrid, 1611). Licenciado en Artes y Teología, se cree que por la Universidad de Valladolid. Ocupó los cargos científicos más importantes de la época: Piloto Mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla, Cosmógrafo Real y Catedrático de Matemáticas de la Real Academia de Matemáticas. Corrigió los instrumentos de navegación existentes ya que consideró que eran inexactos e inventó otros para facilitar la labor de los pilotos, entre los que se encontraban los instrumentos para saber en que rumbo está la polar o la guarda delantera y para calcular la variación magnética a través de la Estrella Polar. También revisó y corrigió los regimientos de navegación, el padrón Real, a la aguja se le añadió unos hierros movibles, calculó nuevas tablas tanto para la declinación del Sol, como para saber a que distancia se hallaba la Polar del polo. Todo este trabajo fue incluido en su *Regimiento de Navegación*, lo que le valió para que el Doctor Ferrosino Catedrático de Su Majestad le propusiese para un premio, por haber escrito un libro que reflejaba el dominio de la técnica del arte de la navegación y así lo hizo constar en Valladolid a 8 de febrero de 1602 en la Aprobación del libro. (García de Céspedes, 1606). (Fernández de Navarrete, 1846, pp. 170, 178, 215, 216, 235, 245, 270-276, 295, 296, 309, 341, 384, 391-393). (Picatoste, 1891, pp. 120-124). (Pulido Rubio, 1950).

270 Diego García de Palacio (Santander, ¿? – 1595) nació en el seno de una familia de marinos, García Icazbalceta (1886) asegura que curso estudios para seguir la tradición familiar especializándose, en las cosas de China y Filipinas, desconociendo en que momento y los motivos que causaron la modificación del curso de sus estudios hacia las leyes, teniendo en cuenta a Picatoste (1891) parece que estudió leyes en la Universidad de Salamanca, llegando al grado de Doctor, como así consta en el título de su libro. Su vida profesional estuvo ligada a la ciencia y la función pública, en 1576 era oidor de la Audiencia de Guatemala, sobre 1580 pasó a Méjico, obteniendo en su Universidad el Doctorado, de la cual fue Rector. Las últimas noticias que se tienen de García de Palacio son de 1587, en la que Francis Drake hostigaba los puertos españoles del Caribe, motivo por el cual el Virrey Marqués de Villamanrique le mandó salir en su busca y captura (García Icazbalceta, 1886, p.326-327).

---

GARCIA SEVILLANO, José<sup>271</sup>

(1736). *Nuevo Regimen de la Navegacion. Madrid. Joaquin Sanchez.*

---

GAZTAÑETA YTURRIVALZAGA, Antonio de<sup>272</sup>

(1692). *Norte de la navegación hallado por el cuadrante de reducción. Sevilla. Juan Francisco de Blas.*

(1693). *Cuadrante geométrico universal para la conversión esférica a lo plano, aplicado al arte de navegar.*

(1720). *Proporciones de las medidas más esenciales. Madrid: Por Felipe Alfonso, criado de su Majestad.*

---

GONZALEZ CABRERA BUENO, José<sup>273</sup>

(1734). *Navegacion especulativa, y practica, con la explicacion de algunos instrumentos, que estan mas en uso en los Navegantes, con las Reglas necefarias para fu verdadero ufo, Tabla de las declinaciones del Sol, computadas al Meridiano de*

---

271 José García Sevillano. Los datos biográficos que conocemos de este autor es a través de su obra, en la que en la dedicatoria al Príncipe de Asturias, narra emulando a Gaztañeta, que empezó a navegar a la edad de 9 años donde aprendió lo poco que sabía sin catedráticos, ni maestros, sólo con la ayuda de algunos libros. Navegó en la marina mercante realizando viajes a diversos puertos de América, África y Europa, hasta el año 1734 que sentó plaza como Piloto en la Real Armada Española. En el momento de editarse el libro se encontraba en un lugar no especificado, alejado de la mar (Fernández de Navarrete, 1851, VI. Pp, 133-137).

272 Antonio de Gaztañeta Yturrialzaga (Motrico, (Gipúzcoa) 11 de agosto de 1656 - Madrid, 5 de febrero de 1728). Los datos que aportan los biógrafos de Gaztañeta en su primera etapa de navegante, están extraídos de las referencias autobiográficas que contienen sus obras: el *Norte de la Navegación* (1692) y *las Proporciones de las medidas mas essempriales* (1720), en la que Gaztañeta entra en contradicciones, en cuanto a su formación y el periodo navegado, a la vez que omite que en 1679 obtuvo el grado de piloto de la Provincia de Nueva España (AGI, Contratación, 5782, N.34). En 1682 fue nombrado Capitán de Mar y Guerra pasando en 1684 a ocupar el cargo de Piloto Mayor de la Armada Real del Océano y más tarde compatibilizó este cargo con el de Almirante de la Real Armada. No sólo prestó sus servicios a bordo de los buques de la Armada, sino que a raíz de su nombramiento en 1702 como Superintendente General de los Astilleros de Cantabria dirigió la construcción de los buques con gran eficiencia. La guerra de la cuádruple alianza, llevó en 1718 a Gaztañeta a la mar al mando de la flota que se dirigía a Sicilia, después del resultado desastroso de la batalla en la que Gaztañeta fue herido en la pierna izquierda, retorno a España y siguió prestando sus servicios en la Armada hasta su muerte.

273 José González Cabrera (Tenerife, ca. 1670 - ¿?). Fue enviado por la corte en 1701 a Filipinas como Almirante. En el prólogo achaca el estilo bronco de su libro a los años que lleva navegando, que datan del año 1701 ya que sus conocimientos no están en el campo de la retórica o la ortografía.



*San Bernardino; el modo de navegar por la Geometria; por las Tablas de Rum-  
bos; por la Arithmetica, por la Trigonometria; por el Quadrante de Reduccion;  
por los Senos Logarithmos; y comunes; con las Eftampas, y Figuras pertene-  
cientes à lo dicho, y otros Tratados curiosos. Manila. En el Convento de Nuestra  
Señora de los Angeles de la Orden de Nro. Seraphico Padre San Francisco.*

---

GONZALEZ DE URUEÑA, Juan<sup>274</sup>.

(1740). *Delineacion en lo tocante al conocimiento del punto de longitud del Globo de  
tierra y agua y de la causa de los crecientes y menguantes del mar. Madrid.  
Diego Miguel de Peralta.*

---

GONZÁLEZ MARROQUÍN, Antonio<sup>275</sup>

(1723). *Instruccion de marineros y exercicio de la maniaobra, que se debe practicar  
en todas las ocafiones en la mar; y nombres de todos los aparejos de que fe  
compone un Navio; en Efpañol y Francès. Madrid. Francisco Martínez.*

---

IBÁÑEZ DE LA RENTERÍA, José Vicente<sup>276</sup>

(1738). *Explicación del círculo Náutico astronómico Universal, inventado y nuevamen-  
te ampliado. Bayona.*

---

274 Juan González de Urueña. Contador de Resultas en el Tribunal, y Audiencia de cuentas de Méjico y de la Armada de Barlovento.

275 Antonio González Marroquín. No hemos encontrado datos personales de este autor, sabemos que fue capitán y piloto por la referencia que hizo en su libro: “[...] yo tengo experimentado lo que llevo dicho veinte años que ha que navego con todas Naciones de la Europa, y parte de la America, y los doze de ellos mandando Navio, ya de Piloto, de fegundo Capitan, y de Capitan, aunque es cierto lo mas ha fido firviendo de Capitan, y Piloto en Navios mios, y de particulares, [...]” (Gonzalez Marroquin, 1723, p.67).

276 José Vicente Ibáñez de la Rentería. (Lekeitio, 1699 - 1760). En 1738 se le concedió el grado de Capitán de Fragata por su labor desarrollada en la enseñanza de Matemáticas, pero no se incorporó a la Armada hasta 1741. Parece que se formó en el centro para instrucción de pilotos que había en Lekeitio, por lo que suponemos se graduó de Piloto. El 20 de noviembre de 1749 fue nombrado piloto mayor de la Armada, que por enfermedad no pudo tomar posesión del cargo (Riquer, 1907).

(1738). *Ramillete náutico compuesto de las flores del ameno y delicioso jardín de la matemática*”

---

IMPRESA DE ANTONIA RAMIREZ.

(1791). *Colección de tablas invariables: que sirven para hallar en el mar con la mayor brevedad la longitud, la latitud y variación. Murcia. En la imprenta de Antonia Ramirez, viuda de Felipe Teruel.*

---

JUAN Y SANTACILIA, Jorge<sup>277</sup>

(1757). *Compendio de Navegación para el uso de los cavalleros Guardias-Marinas. Cádiz: En la Academia de los mismos Cavalleros.*

(1771). *Examen marítimo theórico práctico, o tratado de mechanica aplicado á la construcción, conocimientos y manejo de navios y demás embarcaciones. 2 Volúmenes. Madrid: En la Imprenta de D. Francisco Manuel de Mena, Calle de las Carretas.*

(1774). *Estado de la astronomia en Europa: y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los systemas del mundo, para que sirva de guia al metodo en que debe recibirlos la nacion, sin riesgo de su opinion, y de su religiosidad. Madrid: Imp. Real de la Cazeta.*

---

277 Jorge Juan Santacilia (Novelda, (Alicante), 1713 – Madrid, 1773). Ingresó en la Academia de guardias marinas en el año 1730, donde realizó estudios de geometría, trigonometría, astronomía, navegación y cartografía alternándolo con viajes por el mediterráneo (Martínez Ruíz, 2013, p.18). En 1734 junto a Antonio Ulloa fue selecciona para participar en la expedición hispano-Francesa, destinada a medir el grado terrestre en el Ecuador que duró desde 1735 hasta el 1746 (Juan y Ulloa, 1748, Prólogo, s/n). El 13 de septiembre de 1751 fue nombrado capitán de la compañía de guardias marinas de Cádiz, acometiendo una profunda reforma de los estudios que allí se cursaban, consideró que la nómina de profesores tenía que estar compuesta por seis profesores de matemáticas, uno de artillería, uno de construcción naval, uno de idiomas que también se debía encargar de la biblioteca y uno de esgrima. Junto con Luis Godin, Director de la Academia de guardias marinas en 1753 fundó el primer observatorio astronómico de España (Alberola y Die, 2013, pp. 68,72-73). Fue uno de los científicos más destacados de la ilustración, que investigó en las siguientes actividades: náutica, mecánica, astronomía, construcción naval, geografía y cartografía. Miembro de prestigiosas sociedades, como: la Royal Society de Londres, la Real Academia de Ciencias de Berlín y consiliario de la de San Fernando.

---

JUAN Y SANTACILIA, Jorge Y ULLOA, Antonio

(1748). *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los Reynos del Perú, Reynos del Perú, por D. Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de S. Juan, Socio Correspondiente de la R. Academia de las Ciencias de París, y D. Antonio Ulloa, de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada de las cuales se deduce la figura y magnitud de la tierra y se aplica a la Navegación. Madrid. Por Juan de Zuñiga.*

---

LOPEZ, Tomás<sup>278</sup>

(1786). *Cosmografía abreviada: uso del globo celeste y del terrestre. Madrid. Por la Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía.*

---

LOPEZ-ROYO, Francisco<sup>279</sup>

(1798). *Memoria sobre los métodos de hallar la longitud en el mar por las observaciones lunares. Madrid. Imprenta Real por don Pedro pereyra, Impresos de Cámara de S.M.*

---

278 Tomás López y Vargas Machuca (Madrid, 1730 – Madrid, 1802). Se formó como cartógrafo en París, donde fue enviado por el Marqués de la Ensenada a propuesta de Jorge Juan y Antonio de Ulloa. A su regreso a España se estableció por su cuenta dedicándose a la impresión y grabación de mapamundis. En 1770 Carlos III le nombró geógrafo de los dominios de su Majestad, poniéndole al frente del gabinete geográfico. Confeccionó el Atlas geográfico, sus mapas no gozaron de gran precisión, por lo que no se le considera un cartógrafo de primer orden. A su muerte a los 71 años había publicado más de 200 mapas (San Antonio, Manzano y León, s/f, s/n).

279 Francisco López Royo (¿? – 1798). Lo poco que sabemos de este autor es que fue Alférez de Navío y que su memoria fue revisada por Gabriel Císcar y le añadió un apéndice que perfeccionaba el método presentado por López Royo (Fernández de Navarrete, 1846, p. 418).

---

MAZARREDO SALAZAR, José<sup>280</sup>

(1779). *Colección de las tablas para los usos necesarios de la navegación. Madrid: En la imprenta Real de la Gazeta.*

(1790). *Lecciones de navegacion para el uso de las compañías de guardias marinas. Isla de Leon. Imprenta de su Academia.*

---

MEDINA, Pedro de<sup>281</sup>.

(1545). *Arte de navegar en que fe contienen todas las Reglas, Declaraciones, Secretos, y Avisos, q a la buena navegacion fon neceffarios, y fe deven faber, hecha por el maestro Pedro de medina. Dirigida al fereniffimo y muy efclarefcido fe. Edición faccimid 2005. Valladolid: En el taller de Francisco Fernández de Córdoba.*

(1552). *Regimiento de navegacion En que fe contienen reglas, declaciones y avisos del arte de nauegar, Fecho por el maestro Pedro de Medina, vezino de Sevilla. Sevilla. Juan Canalla.*

---

280 José Domingo Mazarredo-Salazar de Muñatones y Gortázar (Bilbao, 1745 – Madrid, 1812). Con apenas 24 años ingresó en la Academia de Guardias Marinas. En 1771 realizó el cálculo de la Longitud en la mar, por distancias Lunares, método que venían utilizando los ingleses desde 1767. Como militar participó en el bloqueó que se hizo a Gibraltar en 1782. Ascendió a Teniente general en 1789, en la guerra contra el Reino Unido en 1797 defendió Cádiz y en 1808, José I le nombró Ministro de Marina.

281 Pedro de Medina (Sevilla, 1493 – Sevilla, 1567). Fue maestro del primogénito de la casa de Medina Sidonia, casa en la que permaneció hasta aproximadamente el 1554. No se sabe bien en que Universidad estudió, aunque se cree que fue en la de Sevilla. Sobre los conocimientos de Astronomía y Cosmografía, el mismo se presenta como autodidacta, en esta materia, cuando cuenta que ha gastado mucho tiempo en el estudio de estas materias. A pesar de no ser marino realizó viajes para tener un conocimiento directo de lo que necesitaban saber los pilotos y poderlo transmitir en sus obras (Medina, 1563, fo. iii). Conocido escritor de Regimientos y libros de Cosmografía, así como fabricante de instrumentos útiles a la navegación, lo que llevó a que el Rey en 1538 por Real Cédula lo autorizase a trazar cartas, regimientos y demás instrumentos de navegación previo consentimiento del Piloto Mayor y los Cosmógrafos, del mismo año data su libro sobre Cosmografía, al año siguiente mandó el Rey que pudiese ver el Padrón Real y ser llamado a presenciar los exámenes de pilotos y maestros de naos. Su vinculación con la Casa de la Contratación de Sevilla fue como maestro de pilotos y maestros, a la vez que examinador, cosmógrafo fabricante de instrumentos y cartas.

---

MENDOZA Y RIOS, José<sup>282</sup>

- (1787). *Tratado de navegacion. 2 volúmenes. Madrid. Imprenta Real.*
- (1795). *Memoria sobre algunos metodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares y aplicacion de su teorica a la solucion de otros problemas de navegacion. Madrid. Imprenta Real.*
- (1800). *Coleccion de tablas para varios usos de la navegacion. Madrid: Imprenta Real por Don Pedro Julian Pereyra.*

---

MORENO Y ZABALA, Blas<sup>283</sup>

- (1732). *Practica de la navegacion, uso, y conocimiento de los instrumentos mas precisos en ella con las reglas. Para saber si estan bien contruidos. Modo de saber hazer la derrota y las circunstancias que en ella le necefsitan. Afsimifmo toda la mayor parte de las Derrotas, que defde Cadiz fe hacen a los Puertos de la America, con las noticias de la calidad, y cantidad de los fondos de la mayor parte de las fondas de dicha America; y por ellas el conocimiento de algunos parages: como también diferentes prevenciones para conducirfe à la Practica en efte Arte. Madrid. En la imprenta de Manuel Romàn.*

---

282 José Mendoza y Ríos (Sevilla, 1763 - Brighton, 1816). Ingresó en la Armada en 1776 procedente del regimiento de dragones. Desarrolló una intensa labor científica, en la que hizo contribuciones notables para la determinación del cálculo de la Longitud en la mar, por las que recibió uno de los grandes premios concedidos por el *Board of Longitude de Londres*.

283 Blas Moreno Zabala (La Palma, 1714? – ?). Entre los pocos datos que hemos encontrado de este autor, se encuentran que ingresó a los 16 años en la Academia de guardias marinas en donde fue alumno de Francisco Antonio de Orbe y de Pedro Manuel Cedillo, que el relata de la siguiente forma: “debiendo lo que sé á la explicación y cuidadoso zelo de los dos Sabios Directores Don Francisco de Orbe, y Don Pedro Manuel Cedillo (que a el presente lo es).” (Moreno Zabala, 1732, p. s/n).

---

MEXÍA, Pedro<sup>284</sup>

(1570). *Silua de varia lection compuesta por el Magnifico cauallero Pero Mexia; Nueuamente agora añadida en ella la quarta parte, por el mimo autor: en la qual se tratan muchas cosas y muy agradables y curiosas. Sevilla: En casa de Hernando Díaz.*

---

NAJERA, Antonio de<sup>285</sup>.

(1628). *Navegacion especulativa y práctica. Lisboa. Pedro Craesbeeck.*

---

PASCUAL, Antonio Raimundo<sup>286</sup>

(1789). *Descubrimiento de la aguja náutica, de la situacion de la América, del Arte de navegar y de un nuevo método para el adelantamiento de las artes y ciencias. Disertacion en que se prueba que el primer autor de todo lo expuesto es el B. Raymundo Lulio. Madrid. En la imprenta de Manuel Gonzalez*

---

PORTER Y CASANATE, Pedro<sup>287</sup>

(1634). *Reparos a errores en la navegación. Zaragoza.*

---

---

284 Pedro Mexía (Sevilla, 1497- Sevilla, 1551). Estudió humanidades y leyes en las Universidades de Sevilla y Salamanca. Fue nombrado Cosmógrafo de hacer cartas y fabricar instrumentos para la navegación de la Casa de la Contratación de Sevilla, por R.C. el 21 de junio de 1537. (Pulido Rubio, 1950, p. 982)

285 Antonio de Nájera (Lisboa ? - ?). En su libro se describe como matemático portugués.

286 Antonio Raimundo Pascual (Andratx, 1704 – Palma, 1791). Monje cisterciense, se Doctoró en Filosofía, y consiguió la cátedra de teología lulista. Autor prolijo, que escribió una treintena de obras, por *El descubrimiento de la aguja náutica (1789)*, obtuvo el título académico de la Real Academia de la Historia.

287 Pedro Porter Casanate (Zaragoza, 1610 – Concepción (Chile), 1662). En 1627 abandonó sus estudios en la Universidad de Zaragoza para ingresar en la Armada Real. Hombre de mar profundamente interesado por la ciencia náutica, que le llevó a revisar los principales textos de navegación. En 1640 fue nombrado Almirante del mar del Sur.

---

PORRAS, José Ignacio<sup>288</sup>

(1765). *Nautica laconica, o Regimen de hallar la longitud en el mar por los rumbos, y variacion de la aguja discurrido, y puesto en orden por Don Joseph Ignacio de Porras, natural de la ciudad de Malaga. Madrid. En la oficina de Miguèl Escrivano.*

---

POZA, Andrés de<sup>289</sup>

(1585). *Hidrografia la mas curiosa que hasta aquí ha falido ha luz, en que demás de un derrotero general, fe enfeña la navegacion por altura y derrota, la del Efte Oefte: con la Graduacion delos puertos, y la navegacion al Catayo por cinco vias diferentes. Bilbao. Mathias Mares.*

---

PRIETO, Diego<sup>290</sup>

(1791). *Colección de tablas invariables, que sirven paara hallar en el mar con la mayor brevedad ñla longitud, latitud y variación. Murcia. Imprenta de Antonio Ramirez.*

---

QUIROGA. José<sup>291</sup>

(1784). *Tratado de el arte verdadero de navegar pro circulo paralelo a la equinocial; que para utilidad de la Marina Española da a la luz publica D. Manuel Mendez Quiroga ; con dos figuras mathematicas i un tratadillo al fin sobre la aguja de marear. Bolonia. En la casa de Santo Thomas de Aquino.*

---

288 José Ignacio Porras. El único dato biográfico que conocemos es que nació en Málaga.

289 Andrés de Poza (¿? – 1595) natural de Orduña, después de estudiar en la Universidad de Lovaina y en la de Salamanca se licenció en leyes en 1570. Poza fue nombrado en 1581 como cosmógrafo para leer la cátedra de navegación en toda la costa de poniente.

290 No hemos encontrado datos biográficos de este autor.

291 José Quiroga Méndez. (Fabal (Lugo), 1706-1708 – Bolonia (Italia), 1784). Ingreso en la Academia de Guardias Marinas en 1725, permaneciendo en la Armada hasta 1736 que se incorporó a la Compañía de Jesús. Fundó la Universidad de Córdoba haciéndose cargo de la cátedra de Matemáticas. Debido a la expulsión de los Jesuitas abandonó Buenos Aires, lugar en donde estaba desplazado en ese momento, trasladándose a Cádiz, para posteriormente dirigirse hacia Bolonia en donde se dedicó a las labores cartográficas.

---

RIVERA MARQUEZ, Pedro<sup>292</sup>

- (1728). *Continente americano argonauta de las costas de Nueva España y tierra firme y bajos de esta navegación longitud y altura del polo de sus puertos y noticias de estas habitaciones. Madrid.*
- (1728). *Directorio marítimo instrucción y práctica de la navegación. Noticia de los puertos de España desde Cantabria hasta Gibraltar y los de Nueva España. Tierra Firme e islas adyacentes. Madrid.*

---

SÁNCHEZ RECIENTE, Juan<sup>293</sup>

- (1742). *Tratado de Trigonometria nautica y de la Construcion y ufo de las Egfcaldas Plana y Artificial, y de la Tabla de Partes Meridionales, y algunos Problemas curiosos, que para la educacion de los Colegiales del Real Seminario de Sr. S. Telmo extra muros de l. Sevilla: En la Imprenta de los Recientes.*
- (1749). *Tratado de navegación y theorica, y practica fegun el orden, y Methodo, con que fe enseña en el Real Colegio Seminario de Sr. S. Telmo, extramuros de la Ciudad de Sevilla. Sevilla: Imprenta Castellana.*
- (1751). *Tratado de Arithmetica theorica y practica segun el modo con que se enseña en el Real Colegio Seminario de San Telmo extra muros de la ciudad de Sevilla. Sevilla: Imprenta de los Recientes en Calle de Genova.*

---

292 Pedro Rivera Márquez. Los únicos datos que conocemos de su biografía consisten en que nació en Cádiz y que navegó durante más de 30 años.

293 Juan Sánchez Reciente. (Madrid, 1684 – Sevilla, 1757). Presbítero que en 1724 en sustitución de Pedro Manuel Cedillo fue nombrado Catedrático de Matemáticas del Colegio de San Telmo de Sevilla, cargo que ostentó hasta su fallecimiento.



---

SANS, Manuel<sup>294</sup>

(1795). *Recopilación de varias tablas propias a la navegación y astronomía. Barcelona. Por Juan Francisco Piferrer, Impresor de S.M.*

---

SEIXAS Y LOVERA, Francisco<sup>295</sup>

(1688). *Teatro naval hidrográfico, de los flujos, y reflujos, y de las corrientes de los mares, estrechos, archipiélagos, y pasajes aquales del mundo, y de las diferencias de las variaciones de la aguja de marear, y efectos de la luna, con los vientos generales, y particulares que reinan en las cuatro regiones marítimas del orbe. Madrid. Antonio de Zafra..*

---

SERRANO, Gonzalo Antonio<sup>296</sup>

(1735). *Astronomia Universal Theorica, y Practica, conforme a la doctrina de antiguos, y modernos Aftronomos, con Methodo facil, y muy claros exemplos, para que los aficionados à tan fumible Ciencia la pueda faber fin voz viva de Maef-tro, y juntamente otros affumptos muy curiosos de Chronologia Aftronomica, y computo Eccliaftico. Cordoba. En la imprenta del autor.*

---

294 Manuel Sans. (Calonge, 1761 - ?). Realizó su formación como piloto en la Escuela de Náutica de Barcelona de la cual fue 2º Maestro 1786 – 1818, Director de la misma durante dos etapas 1818 – 1828 y 1834 1835.

295 Francisco de Seixas y Lovera (ca.1646 – ca.1705) nació en Mondoñedo (Lugo). Después de terminar sus estudios en artes, se dedico a navegar en barcos holandeses, franceses, portugueses y españoles (López Piñero, 1979, pp. 454 - 455), donde tuvo ocasión de recorrer las principales provincias de las cuatro partes del mundo, lo que le hizo conocedor de sus costas, corrientes y las variaciones de la aguja. González (1992) considera que “Seixas formó parte del grupo de estudiosos preocupados por la náutica que puede ser incluido dentro del movimiento científico renovador que se produjo en España al final del siglo XVII.” (p. 123).

296 Gonzalo Antonio Serrano. (Córdoba, 1670 – 1761). Doctor en Medicina, matemático, astrónomo, astrólogo, profesor e impresor.

---

SYRIA, Pedro de<sup>297</sup>

(1602). *Arte de la verdadera Navegación. En que fe trata de la machina del mundo, es a faber, Cielos, y Elementos: de las mareas, y feñales de tempeftades: del Aguja de marear: del modo de hacer cartas de navegar: del ufo dellas: de la declinación y rodeo, que comúnmente hazenlos pilotos. del modo verdadero de navegar por círculo menor: por línea recta fin declinacion ni rodeo: el modo como fe fabra el camino, y leguas que ha navegado el piloto, por qualquier rumbo: y últimamente el faber tomar el altura del Polo. Valencia. En cafa de Juan Chrifoftomo Garriz.*

---

TOFIÑO DE SAN MIGUEL, Vicente<sup>298</sup>

(1771). *Compendio de la Geometría elemental y Trigonometría rectilínea para uso de los Caballeros Guardias-Marinas. Isla de León. Imprenta de la Real Academia.*

---

TOSCA, Tomás Vicente<sup>299</sup>

(1715). *Compendio Mathematico en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias, que tratan de la cantidad. Tomo VIII: Astronomía Práctica, Geografía, Náutica. Valencia. Antonio Bordazar.*

---

---

297 Pedro de Syria (c.a. 1575 - ¿?) nació en Valencia, ejerció de catedrático de jurisprudencia civil en la Universidad de Valencia, debido a su erudición y su prestigio en los temas náuticos el Rey Felipe III le ofreció el cargo de Piloto mayor de Galeones asignándole un sueldo de 1.500 pesos, su avanzada edad y débil salud le impidieron aceptar. (Fernández de Navarrete, 1846, pp.246, 251). No sabemos de dónde, ni desde cuando, data su vinculación con la mar, que sin duda alguna, la tuvo, deducido de lo que manifiesta en la introducción dirigida al lector cuando aseguraba “Los muchos ruegos de algunos amigos, a los cuales es jufto obedecer, me han movido a q sacaffe a luz este libro, que ya cafi tenia olvidado, despues que me di ala Iuris prudencia.”(Syria, 1602, p. s/n). Lo que nos induce a pensar que antes de dedicarse a la abogacía, pudo estar vinculado de alguna manera con las ciencias náuticas, bien a través de la cosmografía o el pilotaje.

298 Vicente Tofiño de San Miguel. (Cádiz, 1732 - San Fernando, 1795) Marino y cosmógrafo español. Fue Director de las academias de Guardias Marinas de Cádiz, El Ferrol y Cartagena. Por sus importantes trabajos hidrográficos ha sido considerado el auténtico renovador de la cartografía española en el siglo XVIII; sus trabajos tuvieron vigencia hasta bien entrado el siglo XX.

299 Tomás Vicente Tosca y Mascó (Valencia, 21 de diciembre de 1651 - Valencia, 17 de abril de 1723). Matemático, físico, cartógrafo, teólogo, filósofo, ingeniero y astrónomo. Estudió en la Universidad de Valencia, donde obtuvo los títulos de maestro en Artes y doctor en Teología. En 1678 fue ordenado sacerdote. El movimiento Novatore tuvo en Tosca uno de sus impulsores más importantes..

---

ULLOA, Antonio de<sup>300</sup>

(1795). *Conversaciones de Ulloa con sus tres hijos en servicio de la marina, instructivas y curiosas, sobre las navegaciones y modo de hacerlas, el pilotaje y la maniobra; noticia de vientos, mares, corrientes, pájaros, pescados y anfibios, y de los fenómenos que se observan en los mares en la redondez del globo. Madrid. En la Imprenta de Sancha.*

---

ZAMORANO, Rodrigo<sup>301</sup>

(1581). *Compendio de la Arte de Navegar de Rodrigo Çamorano, Aftrologo y Matematico, y Cofmografo de la Mageftad Catolica de Don Felipe fegundo Rey de Efpaña, y fu Catedratico de Cofmografia en la cafa de las Indias y de la Ciudad de Seuilla. Sevilla. Alonso de la Barrera.*

---

ZARAGOZA Y VILANOVA, J. DE<sup>302</sup>.

(1675). *Esfhera en común celeste y terráquea. Madrid. Por Juan Martin del Barrio.*

---

---

300 Antonio de Ulloa y de la Torre-Giralt (Sevilla, 12 de enero de 1716-Isla de León, 5 de julio de 1795). A los 14 años se embarcó de aventurero en el galeón San Luis, después de estar embarcado durante tres años, el 28 de noviembre de 1733, se presentó a examen para ingresar en la Academia de guardias marinas de Cádiz, de la que era director Pedro Manuel Cedillo. En 1734 junto a Jorge Juan fue seleccionada para participar en la expedición hispano-Francesa, destinada a medir el grado terrestre en el Ecuador que duró desde 1735 hasta el 1746 (Juan y Ulloa, 1748, Prólogo, s/n). Finalizadas sus expediciones científicas en 1758, mientras desempeñaba el cargo honorífico de teniente de la compañía de guardias marinas, Ulloa fue destinado a Perú con el encargo de aumentar la producción de azogue, objetivo que consiguió. En 1779 como culminación de su carrera militar fue nombrado teniente general. Hasta su fallecimiento en 1795 desempeñó cargos importantes en la Armada, entre los que destacamos el de director general de dicha institución.

301 Rodrigo Zamorano (Medina de Río Seco (Valladolid), 1542 – Sevilla, 1620). Se cree que estudió en la Universidad de Valladolid, donde obtuvo el título de Licenciado. En la Casa de Contratación de Sevilla ocupó los cargos de Piloto Mayor, Catedrático de Cosmografía y Navegación y Cosmógrafo.

302 Bernardo José Zaragoza (Alcalá de Chivert, Valencia, 1627 - Madrid, 1679). Matemático, astrónomo y cosmólogo. Estudió en la Universidad de Valencia Artes y Teología doctorándose en esta última disciplina.



## ANEXO 2: ÍNDICES DE LOS TEXTOS ANALIZADOS EN LOS CAPÍTULOS 5 Y 6

### 2.1. *SUMA DE GEOGRAPHIA* (FERNÁNDEZ DE ENCISO, 1519)

Este texto carece de índice y trata los temas sin solución de continuidad, por el siguiente orden:

La esfera: La esfera. División de la esfera. Definición de la esfera. Centro de la esfera. Eje de la esfera. Los polos.

La forma del Mundo: División de la esfera del mundo. Región elemental. Número de los elementos. Del movimiento de los cielos.

Del movimiento del primer móvil: Del movimiento de las otras esferas de la Luna. Del Sol. De los otros cinco planetas. De la Octava esfera. De la novena esfera. Redondez del cielo.

De los elementos: De la redondez de la Tierra. De la redondez del Agua. La Tierra el centro del mundo. De la inmovilidad de la Tierra.

Círculo de la Equinoccial: Círculo mayor. Círculo menor. Equinoccial. Movimiento racional. Movimiento irracional. Polos del mundo. Polo Ártico. Polo Antártico.

Círculo del Zodíaco: Círculos del Zodíaco (Sus nombres). Divisiones de las partes del Zodíaco. En cuantas maneras se consideran los signos celestes.

De los Coluros: Coluro. Solsticio. Zenit. Nadir.

De otros dos círculos mayores que hay en la esfera: Meridiano. Horizonte. Latitud. Longitud.

De los cuatro círculos menores de la esfera: Círculo de solsticio estival. Círculo de solsticio invernal. Círculo Ártico. Círculo Antártico. De las cinco zonas: Paralelo de la equinoccial. Paralelo del solsticio estival. Paralelo del solsticio invernal. Paralelo Ártico y Paralelo Antártico.

Tabla de declinación del Sol del año primero del bisiesto al cuarto.

Distancia navegada según los 32 vientos por grado navegado.

Regimiento del Norte. Localización de la estrella del Norte mediante las guardas.

Regimiento del astrolabio. Utilización de las tablas de declinación del Sol.

Derrotero

## **2.2. *TRATADO DEL ESFERA* (FALEIRO, 1535)**

El autor divide la obra en dos partes:

La primera parte. Que cosa sea esfera y de la forma de ella y que especies contiene y del sitio y calidad de cada una y de la orden de sus movimientos y en que tiempo cada esfera cumple una revolución así de los siete climas y cinco zonas y de otras particularidades del esfera con algunas ejemplares y acotación de algunos términos para que el lector que careciere de todo principio se satisfaga.

Capítulo 1. Que cosa es esfera.

Capítulo 2. Del orden de la esfera elemental.

Capítulo 3. Del orden de la esfera celestial.

Capítulo 4. De las especies del esfera y de su naturaleza.

Capítulo 5. Del eje y polos del mundo.

Capítulo 6. De la equinoccial.

Capítulo 7. De los trópicos.

Capítulo 8. De los círculos ártico y antártico.

Capítulo 9. De los meridianos.

Capítulo 10. De los coluros.

Capítulo 11. Del zodíaco.

Capítulo 12. Del horizonte.

Capítulo 13. Como la Tierra está en el centro de la esfera.

Capítulo 14. Como el esfera sea redonda.

Capítulo 15. Del eclipse de la Luna.

Capítulo 16. Del eclipse de Sol.

Capítulo 17. De las cinco zonas.

Capítulo 18. De los siete climas.

Capítulo 19. Del motu diurno.

Capítulo 20. De cómo las ocho esferas con sus movimientos siguen al movimiento diurno.

Capítulo 21. De cómo las ocho esferas por sus movimientos propios se mueven al contrario del movimiento diurno.

Capítulo 22. En que tiempo cada esfera según su movimiento propio cumple una revolución.

La segunda parte. Se trata del horizonte y de su variación y de las reglas de las alturas del Sol y del Norte con las declinaciones del Sol y regimiento cumplido del arte de marear con reglas y ejemplos nuevamente escritos y muy necesarios. E así reglas para saber lo que las agujas de marear noruestean y nordestean en cualquiera meridiano y paralelo que lo quisiera saber y regla para saber entender toda cuenta de guarismo en muy breve tiempo y así de otras reglas muy provechosas.

Capítulo 1. Del horizonte.

Capítulo 2. Cómo el horizonte descubre media esfera.

Capítulo 3. De la variación del horizonte.

Capítulo 4. De la instrucción muy provechosa para los principiantes en el arte de marear.

Capítulo 5. Del regimiento del polo.

Capítulo 6. Del regimiento de las alturas del Sol.

Capítulo 7. De la conveniencia que hay entre los grados y leguas por cada uno de los vientos.

Capítulo 8. Del nordestear de las agujas.

Capítulo 9. De la declinación del Sol y de cómo se han de regir las tablas de ella.



### **2.3. *EL ARTE DE NAVEGAR* (MEDINA, 1545)**

Libro I. Del Mundo, de su orden y composición.

Capítulo I. Que cosa es mundo, y como es compuesto de cielos y elementos, declarase el número de cielos y sus movimientos.

Capítulo II. En que se declaran los tres movimientos que tiene el VIII cielo y como se conocen.

Capítulo III. Como el cielo tiene figura redonda, y de V razones por donde convino ser así.

Capítulo IV. De la nobleza del cielo, y de su color.

Capítulo V. Del décimo cielo llamado primer móvil, y de su movimiento.

Capítulo VI. Del noveno cielo llamado cristalino, o cielo de agua, declarase como hay cielo y agua y de que calidad es.

Capítulo VII. Del VIII cielo que es el firmamento o cielo estrellado, y de la luz de las estrellas y de su grandeza

Capítulo VIII. Como se entiende entrar el Sol en los signos, y porque tienen nombres de animales.

Capítulo IX. Que cosa es signo, y que semejanza tiene con aquello a que se compara, y en qué día del año entra el Sol en cada signo.

Capítulo X. De los siete cielos de los planetas, y de sus movimientos, y como influyen y causan generación y corrupción en los cuerpos inferiores.

Capítulo XI. De la región elemental, y como es dividida en cuatro elementos.

Capítulo XII. Como los elementos se acercan unos a otros, y porque el agua no cubre toda la tierra.

Capítulo XIII. Como la Tierra y Agua, ambos elementos hacen un cuerpo redondo.

Capítulo XIV. Como la Tierra es situada en medio del mundo.

Capítulo XV. Como la Tierra está quieta y no se mueve.

Capítulo XVI. Del centro de la Tierra, y como se puede decir ser la Tierra centro del mundo.

Libro II. De la mar y sus movimientos, y como fue inventada la navegación.

Capítulo I. Que cosa es el mar, y porque se llama océano.

Capítulo II. Como la mar pertenece a la posición del mundo, y sin ella el mundo pecería, y como se engendra el agua en ella.

Capítulo III. Porque el agua de la mar es salada, y como así es más conveniente y mejor para la navegación.

Capítulo IV. De los movimientos diferentes que el mar océano tiene.

Capítulo V. porque la mar nunca rebosa, ni se aumenta.

Capítulo VI. De la excelencia de la navegación y de su antigüedad.

Capítulo VII. Como por algunas señales del Sol y de la Luna se conocerá cuando han de venir tempestades.

Capítulo VIII. De los fuegos o lumbres que parecen en las naos que navegan cuando hay tormenta.

Libro III. De los vientos, de su calidad y nombres, y como se ha de navegar con ellos.

Capítulo I. Que cosa es viento, y de que calidad es, y como se engendra.

Capítulo II. Como el viento no se mueve derecho de alto abajo, ni por el contrario, más su movimiento es en círculo de agua y tierra.

Capítulo III. Porque el viento no es siempre igual, más unas veces recio y otras veces manso y porque se mueve a su opósito.

Capítulo IV. Del remolido del viento, y como se causa.

Capítulo V. De los vientos de las carta de marear, de su número y nombres.

Capítulo VI. Como los vientos de las cartas de marear ciñen la redondez del mundo para navegar por ellos.

Carta de marear en que se contiene la navegación la mayor parte de Europa, África, y Indias, o nuevo mundo con la distancia de leguas y altura de grados que cada cosa tienen.

Capítulo VII. Del concierto y orden de las cartas de marear.

Capítulo VIII. De la cuenta que el piloto ha de tener en su camino cuando navega con viento diferente a su derrota.

Capítulo IX. Como se sabrá el piloto navegando por cualquier rumbo el meridiano por dónde está.

Capítulo X. En que se declara a más esta regla suso escrita.

Capítulo XI. Como el piloto debe elegir el rumbo que conviene según su derrota.

Capítulo XII. Como se ha de echar el punto en la carta para saber el lugar en que la nao está.

Capítulo XIII. Como el piloto debe mirar que su carta sea justa y cierta, porque no haya yerro en su navegación.

Capítulo XIV. Del número de leguas que se cuentan por grado en cada rumbo de la navegación.

Capítulo XV. Del número y medida, y de cuantas partes se compone un grado.

Libro IV. Del altura del Sol, y como se ha de regir por el la navegación.

Capítulo I. En el que se declaran los diez y siete principios fundamentales que en el altura del Sol se deben saber.

Capítulo II. De las excelencias del Sol, y de sus movimientos.

Capítulo III. Del año solar y otras maneras de año y como se cuenta el año bisiesto.

Capítulo IV. Que cosa es sombra y como se han de mirar las sombras que hace el Sol para tomar su altura.

Capítulo V. En que se declaran que cosa es altura del Sol, y como se ha de tomar para saber el lugar en que el hombre está.

Siguen las reglas del altura del Sol.

Regla I. De cuando el Sol y las sombras van al Norte.

Regla II. De cuando el Sol es al Norte y las sombras al Sur y la declinación y altura fueren más de  $90^\circ$ .

Regla III. De cuando el Sol al Norte y las sombras al Sur, y la declinación y altura fueren  $90^\circ$  justos.

Regla IV. El Sol al Norte, y las sombras al Sur, y la altura y declinación no llegaren a  $90^\circ$ .

Regla V. El Sol en la equinoccial y el altura fuere menos de  $90^\circ$ .

Regla VI. De cuando se toma el altura en  $90^\circ$ , y el Sol hay declinación o no.

Regla VII. De cuando el Sol y las sombras van al Sur.

Regla VIII. El Sol al Sur y las sombras al Norte, y la declinación y altura fueren más de  $90^\circ$ .

Regla IX. El Sol al Sur y las sombras al Norte, y el altura y declinación fueren noventa grados justos.

Regla X. El Sol al Sur y las sombras al Norte, y el altura y declinación no llegaren a  $90^\circ$ .

Capítulo VI. Porque las reglas del altura del Sol enseñan los grados el hombre esta apartado de la línea equinoccial, más que de otra parte alguna.

Capítulo VII. Porque todas las reglas del altura del Sol se reducen a  $90^\circ$  más que a otro ningún número.

Capítulo VIII. Porque decimos que está el hombre apartado del Sol los grados que en el astrolabio toma menos de  $90^\circ$ .

Capítulo IX. Como se entiende que el hombre tiene el Sol encima de su cabeza.

Capítulo X. Como para saber el altura del Sol se ha de mirar si el año es de bisiesto o que año es.

Regla para saber si el año es de bisiesto.

Tablas de la declinación o apartamiento que el Sol hace de la línea equinoccial cada un día de los cuatro años así a la parte del Norte, como a la del Sur.

Calendario de los Santos para todo el año, con declaración de las fiestas principales.

Tablas de las Fiestas movibles que hay en el año.

Regla para saber la letra dominical en cada un año.

Capítulo XI. Como por el calendario de suso puesto sabrá el hombre el mes y día en que está.

Libro V. Del altura de los Polos.

Capítulo I. Que cosa es polo, y como entre los polos se divide la redondez del mundo.

Capítulo II. Como se ha de tomar el altura del polo ártico y del efecto para que se toma.

Capítulo III. Como se ha de entender la cuenta que se toma del polo ártico o Norte.

Capítulo IV. Del estrella del Norte, y de las guardas, y de su movimiento.

Capítulo V. Como según el rumbo en que las guardas están se sabrá cuantos grados está el estrella del Norte debajo o encima del polo.

Capítulo VI. Como se han de aplicar las reglas del altura del Norte, y como se ha de añadir o quitar, según el lugar donde las guardas estuvieren.

Capítulo VII. En que se declaran ciertas dudas que en este movimiento del estrella del Norte se podrían tener.

Capítulo VIII. Como se tomara el altura del Norte aunque no se vean las guardas.

Capítulo IX. Como se tomará el altura del Norte aunque no se vea el horizonte.

Capítulo X. De un reloj del Norte por el cual se sabrá que hora es de la noche, en cualquier tiempo y lugar que el hombre estuviere.

Capítulo XI. Como se ha de tomar el altura del polo antártico.

Libro VI. De las agujas de navegar.

Capítulo I. De la agujas de marear, y de los efectos que pueden tener, y como se han de enmendar.

Capítulo II. Como se han de entender los vientos del aguja, y como pasa el Sol cada día por ellos.

Capítulo III. En que se declara la opinión que se tiene del nordestear y noroestear de la agujas.

Capítulo IV. De los inconvenientes que se podrían por el nordestear y noruestear de la agujas.

Capítulo V. Del resguardo que tienen las agujas de navegar y como no se les debe dar.

Capítulo VI.. De un instrumento con el cual se podrán marcar las agujas, y saber si están ciertas.

Libro VII. De la Luna, y como sus crecientes y menguantes sirven en la navegación.

Capítulo I. Que cosa es la Luna, y porque su lumbré no es igual más contino mengua y crece.

Capítulo II. Del áureo número y como se cuenta de uno hasta diez y nueve, porque no más ni menos.

Regla. Para saber el áureo número de cada año.

Capítulo III. En que se declara el día y hora en que hace la luna conjunción, en cada mes del año para siempre.

Capítulo IV. De una cuenta breve para sin libro saber brevemente los días que son de Luna en cualquier mes del año.

Capítulo V. Como por los días de la Luna y rumbo donde ha de estar el Sol se sabrá a que hora ha de venir la marea cada día.

Capítulo VI. En que se declara más el capítulo susodicho, con demostración.

Capítulo VII. Como por la hora en que la conjunción se sacará la marea y el resguardo que ha de dar a los ríos.

Libro VIII. De los días del año.

Capítulo I. Que cosa es día y como se cuenta y en cuantas partes se divide.

Capítulo II. Como en el día artificial el Sol sale y se pone diferentemente a los que habitan en el mundo.

Capítulo III. Como debajo de la equinoccial los días y noches son siempre iguales.

Capítulo IV. Como los días y noches van siempre creciendo o menguando a los que habitan fuera de la línea equinoccial.

Capítulo V. Como el crecer y menguar del día no es igual en todas partes.

Tabla de las horas y puntos que tiene el mayor día del año los que habitan en cualquier distancia de la equinoccial.

Capítulo VI. De la horas y puntos que tienen cada día del año en el altura de cuarenta grados.

Capítulo VII. De la hora y punto a que sale el Sol y se pone en cada un día del año.

Capítulo último. Como el Sol da su lumbre igual tiempo del año a todos los que habitan en el mundo.

## **2.4. BREVE COMPENDIO DE LA FSPHERA (MARTÍN CORTÉS, 1551)**

La primera parte del compendio trata de la composición del mundo y de los principios universales que para el arte de la navegación se requieren

Capítulo I. De la distinción general de las criaturas.

Capítulo II. De la definición del mundo.

Capítulo III. De la definición de la esfera.

Capítulo IV. De la división del mundo.

Capítulo V. Del número/orden y propiedad elementos y cielos.

Capítulo VI. De la inmutabilidad de la Tierra.

Capítulo VII. De la redondez de la Tierra y agua.

Capítulo VIII. Del movimiento de los cielos y elementos.

Capítulo IX. De la división de la esfera en partes formales.

Capítulo X. Del círculo equinoccial.

Capítulo XI. Del círculo zodiaco.

Capítulo XII. De los círculos coluros.

Capítulo XIII. Del círculo meridiano.

Capítulo XIV. Del círculo horizonte.

Capítulo XV. De los cuatro círculos menores.

Capítulo XVI. De las cinco zonas.

Capítulo XVII. De la longitud y latitud y de la proporción que tienen los círculos menores a los círculos mayores.

Capítulo XVIII. Del ámbito de la Tierra y Agua.

Capítulo XIX. De los siete climas.

Capítulo XX. De algunos principios que se supone saber para esta ciencia.



La segunda parte del compendio trata de los movimientos del Sol y de la Luna y de los efectos que de sus movimientos se causan.

Capítulo I. Del curso del Sol por el zodíaco y de los efectos que de ello se causan.

Capítulo II. Del verdadero lugar del Sol en el zodíaco.

Capítulo III. De la declinación del Sol.

Capítulo IV. De la entrada del Sol en los doce signos.

Capítulo V. De la Luna y de sus movimientos y propiedades.

Capítulo VI. De las conjunciones y oposiciones del Sol y de la Luna.

Capítulo VII. De la declaración de un instrumento con el que se halla el lugar y declinación del Sol días y lugar de la Luna.

Capítulo VIII. Del eclipse de la Luna y del Sol.

Capítulo IX. Del tiempo y de su definición.

Capítulo X. Del año y de diversos principios y cuentas que tuvo antiguamente.

Capítulo XI. Del mes y de sus diferencias.

Capítulo XII. De la semana.

Capítulo XIII. Del día y de la noche.

Capítulo XIV. De las horas.

Capítulo XV. De la fábrica y uso de un reloj diurno universal.

Capítulo XVI. De los relojes murales y horizontales particulares.

Capítulo XVII. De la composición y uso de un instrumento horario nocturno general.

Capítulo XVIII. Del tiempo de las mareas/ o flujo y reflujo del mar.

Capítulo XIX. De algunas señales que significan tempestad o bonanza.

Capítulo XX. De la relación relumbrante que parece en las tempestades a que los marineros llaman santelmo.

La parte tercera del compendio trata de la composición y uso de instrumentos y reglas del arte de la navegación.

Capítulo I. Del número orden y nombres de los vientos.

Capítulo II. De la composición de la carta de marear.

Capítulo III. De la virtud y propiedad de la imán.

Capítulo IV. De la fábrica de la brújula o aguja de marear.

Capítulo V. De un efecto que tiene el aguja que es nordestear y noruestear.

Capítulo VI. De la introducción y principios del arte de la navegación.

Capítulo VII. De la fábrica y uso del astrolabio con que los marineros toman las alturas.

Capítulo VIII. De la definición de las alturas y como se saben las alturas del polo mediante el altura meridiana y declinación del Sol.

Capítulo IX. De la fábrica y uso de la ballestilla con que los marineros toman el altura del Norte.

Capítulo X. De las alturas del polo sabidas por las del Norte.

Capítulo XI. De la composición y uso de un instrumento por el cual sin aguardar al medio día por los rayos del Sol se sabe la altura del polo y la hora que es.

Capítulo XII. De las leguas que se corren por grado según diversas derrotas.

Capítulo XIII. De cómo se ha de echar punto en la carta.

Capítulo XIV. De la fábrica y uso de un instrumento general para saber las horas y cantidades del día y a que viento sale y se pone el Sol.

## **2.5. REGIMIENTO DE NAVEGACIÓN[.../](MEDINA, 1552)**

En el presente regimiento se tratan seis notables, en que se contienen las cosas siguientes.

### **Notable primero de las cartas de marear.**

Regla primera de tres cosas que la carta enseña en la navegación.

Regla segunda como se ha de buscar en la carta el viento/o vientos con que se ha de navegar, y la orden que en ello se ha de tener.

Regla tercera como se ha de echar punto en la carta por escuadría, que es conforme al altura que se toma: para saber el punto en que la nao está.

Regla cuarta de cómo se ha de enmendar el punto que en la cuarta se hubiese echado por fantasía, cuando no se ha podido tomar altura.

Aviso en que se muestra como el punto que de fantasía se echa no es cierto. Declárese el remedio que se ha de tener para no errar.

Regla quinta de las leguas que se cuentan por grado en cada rumbo de la navegación, y la demostración de ello.

### **Notable segundo del altura del Sol.**

Regla primera como el Sol se mueve en todo el año por las dos partes del mundo, y la demostración de este movimiento.

Regla II. En que se declaran dos diferencias de movimientos que el Sol hace cada día, uno de levante en poniente, y otro de Norte a Sur.

Regla tercera. Como se han de mirar las sombras que hace el Sol al medio día para tomar su altura.

Regla cuarta. De las diferencias de sombras que el Sol al medio día puede hacer. Y como por ellas sabrá el hombre a que parte de la línea él está.

Regla V. De cuando el sol y sombras fueren a una parte declarase esta regla con ejemplo/razón y demostración.

El aviso para saber cuantos grados está el sol cada día apartado del derecho de la cabeza del que toma su altura.

Regla sexta. De cuando el Sol fuere a una parte, y las sombras fueren a otra. Declárase esta regla con ejemplo/razón/y demostración.

Regla VII. De la cuenta que se ha de hacer cuando juntando el altura y declinación, no llegaren a noventa grados. Con declaración, ejemplo, razón y demostración.

Regla VIII. De la cuenta que se ha de hacer cuando juntando el altura, y la declinación/ fueren noventa grados justos, y la declaración de esto con ejemplo/razón/y demostración.

El aviso como estas reglas de altura del sol sirven/así para andando el Sol a la parte del Norte/como a la del Sur.

Regla IX. De cuando se tuviere el Sol por cenit, y la declaración de esta regla con ejemplo/razón/y demostración.

Regla X. De cuando el Sol pasa por la equinoccial, y el y el hombre está en la misma equinoccial o fuera de ella, y la declaración de esta regla/con ejemplo/razón/y demostración.

Regla once. Del año del Sol, y como se sabrá cuando es año bisiesto.

Regla XII. De cinco cosas que se deben mirar para bien tomar el altura del Sol.

Regla XIII. De la declinación del Sol: que es los grados y minutos que está apartados cada día de la línea equinoccial.

Declaración de este apartamiento que el Sol baje de la línea, y las diferencias que hay en esta declinación.

### **Notable tercero del altura del polo.**

Regla primera. Que cosa es Polo, y como el altura del polo es conforme con el altura del Sol.

Regla segunda. De tres cosas que se han de considerar para tomar el altura del Polo.

Regla tercera. En que se enseña los grados que el estrella del Norte está debajo/o encima del Polo: y como se ha de hacer la cuenta para saber el altura que el Polo tiene.

El aviso para bien entender como se ha de tomar el altura del Polo.

Declaración de dos dudas que en esta altura del Norte podría haber.

Demostración del movimiento y postura que tienen el estrella del Norte y las guardas en los ocho rumbos en que se toma el altura.

Declaración del efecto para que en la navegación se toma el altura del Sol y del Norte.

#### **Notable cuarto de las agujas de navegar.**

Regla primera como el aguja es el instrumento más necesario en la navegación: y como ha de ser precisa y cierta.

Regla segunda. De cómo se han de marcar las agujas/ y las cosas que para bien marcar se deben considerar.

Declaración de tres cosas que en la navegación hay: de las cuales se ven sus defectos y las causas no se saben.

Aviso del remedio que se debe tener en los defectos que sucedieren en la navegación.

#### **Notable quinto de la cuenta de la Luna y como vienen las mareas.**

Regla primera del año de la Luna, y del concurriente de cada un año: y en que tiempo comienza.

Regla segunda como se sabrá a cuantos días de cada mes es la conjunción de la Luna.

Declaración de esta cuenta de la Luna: y como se entienden los tres números que en ella se han de poner.

Regla tercera de las crecientes y menguantes de la mar, y de las diferencias que tienen.

Regla cuarta. En que se enseña con demostración en que rumbo ha de estar el Sol: y a que hora para ser la mar llena.

**Notable sexto del reloj para las horas de la noche.**

Regla primera. Cómo conocerá el hombre en cualquier lugar que esté/que hora es de la noche en todo tiempo del año.

Declaración de este reloj del norte: cómo se entiende el uso del.

## **2.6. *COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGAR [...] (ZAMORANO, 1581)***

Este texto carece de índice, en donde el autor divide la obra en dos partes. La primera que denomina teórica, comprende el conocimiento de la Esfera y contiene 20 capítulos:

Capítulo 1. Que cosa es esfera.

Capítulo 2. Que todo el mundo es una esfera.

Capítulo 3. De la división de la esfera.

Capítulo 4. Del movimiento del cielo.

Capítulo 5. De la figura del cielo.

Capítulo 6. Que también la Tierra y Agua hagan una perfecta bola.

Capítulo 7. Que la Tierra esté en el centro del mundo.

Capítulo 8. De la cantidad absoluta de la Tierra.

Capítulo 9. Del círculo equinoccial.

Capítulo 10. De los polos del mundo.

Capítulo 11. De la eclíptica.

Capítulo 12. De la declinación.

Capítulo 13. De los coluros.

Capítulo 14. Del círculo meridiano.

Capítulo 15. Del horizonte.

Capítulo 16. De los treinta y dos vientos.

Capítulo 17. De los dos trópicos.

Capítulo 18. De los paralelos.

Capítulo 19. De los grados.

Capítulo 20. Que cosa sean latitud y longitud.

La segunda parte que denomina, práctica, instruye sobre la fábrica y uso de los instrumentos de navegación, los procedimientos para determinar la posición del buque en la mar y echar el punto en la carta, así como el conocimiento de las mareas, desarrollado en 40 capítulos:

Capítulo 1. De la composición del cuadrante, o astrolabio.

Capítulo 2. De la altura del Sol.

Capítulo 3. De las sombras.

Capítulo 4. Del Regimiento Reglas del Sol.

Capítulo 5. De la declinación del Sol, y sus tablas.

Capítulo 6. De la ecuación de la declinación del Sol.

Capítulo 7. Siguen cuatro ejemplos con que se declara todo lo que arriba está dicho.

Capítulo 8. Otra manera de hacer la cuenta del Sol.

Capítulo 9. Como se sabrá la altura que el Sol ha de tener en cualquiera parte, sin astrolabio, sabido nuestro apartamiento de la equinoccial.

Capítulo 10. Regla o Regimiento de la estrella del Norte, para saber la altura del polo.

Capítulo 11. De la Composición y fábrica de la ballestilla.

Capítulo 12. Del arrumbamiento de la estrella del Norte.

Capítulo 13. De la altura de la estrella tomada con la ballestilla.

Capítulo 14. Regimiento, o Reglas de la estrella del Norte.

Capítulo 15. De otras cosas notables en la altura del polo.

Capítulo 16. Del crucero.

Capítulo 17. De la aguja de marear.

Capítulo 18. Como se marea el aguja, si nordestea o noruestea.

Capítulo 19. De la carta de marear.

Capítulo 20. Del Punto de fantasía.



- Capítulo 21. Del punto de escuadría o geométrico.
- Capítulo 22. De la enmienda del punto de fantasía.
- Capítulo 23. Cuando y como se echa el punto por fantasía y altura.
- Capítulo 24. Que cosa sea, multiplicar, o disminuir en altura.
- Capítulo 25. Como se echará punto de escuadría sin compases.
- Capítulo 26. De otra manera de echar punto por escuadría.
- Capítulo 27. De las leguas que responden en la navegación a cada grado de altura, por cualquier rumbo.
- Capítulo 28. Como se conocerá la longitud, o camino de Lesteoeste.
- Capítulo 29. Como se pondrá en la carta una tierra nueva, nunca antes vista.
- Capítulo 30. Vistas dos puntas, o cabos de tierra conocidas, viniendo navegando, como se sabrá lo que hay de nuestra nao a ellas.
- Capítulo 31. De la cuenta de la Luna.
- Capítulo 32. De las mareas de cada día.
- Capítulo 33. De un instrumento para en general juzgar las mareas.
- Capítulo 34. De la composición de un reloj general, que sirve universalmente en todo el mundo.
- Capítulo 35. De las partes de este instrumento.
- Capítulo 36. Como se sabrá la hora por este instrumento.
- Capítulo 37. De lo que nordestea, o noruestea la aguja.
- Capítulo 38. De la hora en que nace y se pone el Sol cada día en cualquier parte.
- Capítulo 39. De la cantidad de día y de la noche.
- Capítulo 40. Del reloj de noche por el Norte.

## 2.7. *HIDROGRAFÍA* [...]/(POZA, 1585)

El primer libro trata de los principios de la esfera del mundo, y de los instrumentos, y avisos necesarios a la arte de navegar, y contiene cinco partes, cuyos capítulos son los siguientes:

Primera parte

Capítulo I. Que cosa sea Esfera, Orbe, centro, diámetro, Polo, y que todo el mundo es una esfera.

Capítulo II. Del Universo, y de su forma, y de las partes en que es dividido, y muestre que el elemento del agua, no es diez veces mayor que la tierra.

Capítulo III. Del movimiento del cielo.

Capítulo IV. Del lugar y figura de la tierra, y de cómo está situada en el centro del universo.

Capítulo V. De la cantidad absoluta de la tierra, y de cómo el grado celeste contiene no más de 3428. Geométricos.

Capítulo VI. Del círculo equinoccial.

Capítulo VII. De la eclíptica, y de la declinación del Sol.

Capítulo VIII. Del círculo meridiano.

Capítulo IX. Del horizonte.

Capítulo X. De los coluros.

Capítulo XI. De los dos Trópicos, y de los dos círculos Árticos.

Capítulo XII. De los paralelos

Capítulo XIII. Del Zenith.

Capítulo XIV. De los grados que cosa sean, y de cómo son la vara y medida con que se mide en el cielo.

Capítulo XV. De la longitud y latitud.

Capítulo XVI. De viento, cuantos son, y los nombres que tienen en las lenguas española, italiana, flamenca, latina, y griega.

Segunda parte.

Capítulo I. De la aguja de marear, de su oculta propiedad, y de cómo se sabrá en la mar lo que ella Nordestea.

Capítulo II. De la carta de marear, y lo que ha contener ser perfecta, y como se enmendarán las que no lo son.

Capítulo III. Del cuadrante que llaman Astrolabio.

Capítulo IV. De la ballestilla, a que los Astrólogos llaman Radio.

Tercera parte.

Capítulo I. Contiene una tabla nueva perpetua y un círculo para saber las conjunciones del Sol y Luna, y sirve hasta el año 1700.

Capítulo II. Como se sabrá el áureo número de memoria.

Capítulo III. Como se sabrán los concurrentes y las conjunciones y oposiciones del Sol y Luna de memoria.

Capítulo IV. De la mareas y aguas vivas, y de su causa según Gabriel Pyrovano, y las reglas que hay para saber cuando serán.

Capítulo V. Del reloj de noche por el Norte.

Capítulo VI. De un reloj general, por las estrellas fijas.

Cuarta parte.

Capítulo I. De las reglas generales para saber la altura del polo, y el apartamiento de la línea equinoccial.

Capítulo II. De la altura polar, y apartamiento de la línea por las estrellas fijas.

Capítulo III. De la altura polar, por la estrella del polo.

Capítulo IV. De la altura del polo por el Sol.

Capítulo V. De las leguas que corresponden en la navegación, a cada grado de altura de variación según se corre por rumbos diferentes.

Capítulo VI. De cómo por el rumbo con que se ha navegado, se conocerá el alongamiento al Este U oeste.

Capítulo VII. De las leguas de apartamiento que se corren por grado, en rumbos diferentes.

Capítulo VIII. De cómo se ha de echar punto en la carta por fantasía y altura.

Capítulo IX. De cómo se ha de echar punto en la carta por escuadría.

Capítulo X. Del yerro que se padece en todos estos puntos de fantasía y escuadría.

Quinto y último tratado.

Capítulo I. Es sumario de este tratado y se demuestra que cosa sea navegar por longitud y altura.

Capítulo II. Como se sabrá por la luna a lo que estáis al Occidente o Oriente más que el puerto de donde salisteis.

Capítulo III. Como se sabrá lo mismo por la Luna por otra vía.

Capítulo IV. De las leguas que responden a cada hora de diferencia, según alturas diferentes.

Capítulo V. De las leguas que responden a cada hora de diferencia, según alturas diferentes.

Capítulo VI. Como se ha de echar punto en la carta.

Capítulo VII. De la utilidad de la navegación por altura y longitud.

Libro Segundo de la hidrografía, en que se contienen los Puertos, Costas, cabos, Conociencias, Surgideros, Travesías, Posos, Entradas, Sendas y Mareas del Mar Océano Occidental, donde el estrecho de Gibraltar, hasta Ostelanda, y donde el estrecho a Levante.

Al lector Aviso

Capítulo I. De las leguas desde el bocal de Bayona hasta el estrecho de Gibraltar, a luengo de la Costa.

Capítulo II. De los posos y entradas de los puertos de España.

Capítulo III. De las conociencias de la costa de España desde Santoña hasta el cabo de Pichel.

Capítulo III303. De las derrotas desde Bayona de Gascoña hasta Cádiz.

Capítulo V. De las travesías de la mar de España.

Capítulo VI. De los Braceaies desde el cabo de San Vicente para el estrecho de Gibraltar, y para el cabo de Finisterre.

Capítulo VII.. De las mareas comenzando de Bayona de Gascoña hasta la esclusa a luengo de la costa de Francia y Bretaña.

Capítulo VIII. De las cossos desde el ras de Ontanaot hasta Flandes a luengo de la costa.

Capítulo VIII304. De las derrotas desde el Higuier de Fuenterrabía a luengo de la costa de Sayn.

Capítulo IX. De los braceages de la costa de Arcaxon y del Piteo de Bretaña hasta Sayn para quien atraviesa el camino del Norte y Sur con más sus conociencias.

Capítulo X. De los braceages de la costa de Arcaxon y Pitao y Bretaña hasta Sayn a luengo de la costa.

Capítulo XI. De las conociencias de la costa de Arcaxon hasta el Pertux de Antiochia.

Capítulo XII. De la memoria de Arcaxon y de la entrada de entre las dos Islas.

Capítulo XIII. De las entradas a los puertos de Francia y Bretaña hasta el Forno.

Capítulo XIV. De los posos de Bela Isla.

Capítulo XV. De los posos y entradas de Groya.

Capítulo XVI. De los posos y entradas de Blabet.

---

303 El autor repite el número del capítulo.

304 El autor repite el número del capítulo

- Capítulo XVII. De los posos y entradas de Claran.
- Capítulo XVIII. De los posos y entradas de Benaudet.
- Capítulo XIX. De las entradas del ras de Ontanaot hasta el Forno.
- Capítulo XX. De las derrotas comenzando del Forno hasta a la esclusa a luengo de la costa de Bretaña, Normandía, y Picardía.
- Capítulo XXI. De los Barceais se Sain hasta a luego de la costa.
- Capítulo XXII. De las leguas de partes de picarda hasta en Flandes, aluengo de la costa de Samaygo.
- Capítulo XXIII. De las entradas y posos desde el Forno hasta Cales por la costa de Francia.
- Capítulo XXIV. De las leguas de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXV. De las conociencias de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXVI. De las entradas de los puertos de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXVII. De las derrotas de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXVIII. De cómo corren los cosos a luengo de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXIX. De las sondas de la costa de Inglaterra, y Longaneos hasta a Dobra.
- Capítulo XXX. De las marcas de la costa de Inglaterra.
- Capítulo XXXI. De los braceajes que son a media canal de entre Inglaterra y Francia.
- Capítulo XXXII. De la entrada de Santa Elena.
- Capítulo XXXIII. De las marcas para pasar por tierra del banco del cuerno, dejando el banco pequeño de Sanduch de partes de tierra yendo de la Duna al cabo de Tenet.
- Capítulo XXXIV. De las derrotas y brazajes de sobre Cales hasta los bancos de Flandes cuantos hay en la costa.
- Capítulo XXXV. De las leguas del estrecho hasta Pichilingas, a que los naturales llaman Vlisiuga.
- Capítulo XXXVI. De los cosos del estrecho hasta Pichilingas.
- Capítulo XXXVII. De las mareas del estrecho hasta Ramua.
- Capítulo XXXVIII. De los braceajes y marcas para entrar en los bancos de Flandes con sus salidas.

Capítulo XXXIX. Del regimiento para pasar de la parte de la mar del Arenquer, con su entrada y salida por Escapol.

Capítulo XL. De la costa de Escocia entrando por el estrecho de entre Dobra y Cales.

Capítulo XLI. De los posos de la costa de Escocia.

Capítulo XLII. De las mareas de Dobra hasta Petilit.

Capítulo XLIII. De las leguas de Dobra a Petilit.

Capítulo XLIV. De las mareas desde Sorlinga y Longaneos para la Salerna y cabo de Cales.

Capítulo XLV. De los cossos y corrientes desde Longaneos hasta Loday, y el cabo de Cales.

Capítulo XLVI. De las conocencias y entradas, y surgideros de la canal de Bristol y Mirasurda.

Capítulo XLVII. De las travesías de Sorlinga y de Inglaterra para Irlanda.

Capítulo XLVIII. De las derrotas comenzando de las islas de Saltes hacia el cabo de Clara.

Capítulo XLIX. De las derrotas y leguas dentro de la manga de San Jorge

Capítulo L. De las derrotas de la sonda de Reclen hasta isla de Man, y hasta los remecines del cabo de Gales.

Capítulo LI. De las travesías de la isla de Man y del cabo de Olica para la isla de Irlanda.

Capítulo LII. De las derrotas de luengo de la costa de Irlanda dentro la manga de San Jorge.

Capítulo LIII. De las mareas de la costa de Irlanda.

Capítulo LIV. De las entradas y conocencias de los puertos y surgideros de la costa de Irlanda.

Capítulo LV. De las entradas y conocencias de las dichas costas.

Capítulo LVI. De los braceajes para el que va a buscar la costa de Irlanda de las islas de hasta Hurece y el camino de Norte y Su.

Capítulo LVII. De los barceajes de la costa de Irlanda para quien va de España.

Capítulo LVIII. De las derrotas y travesías desde Island hasta Ostelanda.

Capítulo LIX. De la costa y travesías de Ostelanda.

Capítulo LIX<sup>305</sup>. De las travesías de la mar de España en camino de Norte y Su.

Derrotas posos entradas y travesías dende el estrecho de Gibraltar para Levante

Derrotas de Sant Sebastián de Caliz hasta Levante.

Derrotas dende Sant Sebastián de Caliz hasta napoles y Sicilia y son las siguientes.

Travesías de la Ribera de genou y Córcega.

Derrotas y leguas del cabo martín hasta la canal de Plumbin.

Travesías del faro de Mecina hasta toda la Sicilia Napoles y la canal de Plumbino.

Travesías y derrotas de Berbería.

Discurso Hydrografico sobre la navegación del Catayo en que se platica así de los dos caminos ya manifiestos y notorios, como de otros tres que según buen discurso y conjetura podría haber, sacado de un libro Ingés, llamado regimiento del mar, compuesto nuevamente, por Guillermo Bourne e impreso en Londres. Año MDLXXX.

Primer camino manifiesto que es el de los Portugueses.

Segundo camino para el Catayo.

Tercero camino.

Cuarto camino.

Quinto camino.

Exemplo.

Otro disrcurso del autor sobre la misma materia.

Tabla de la longitud y latitud de algunas costas, cabos, puertos, y Isleos de los mas afamados y señalados. Calculada al meridiano de las islas de Canaria.

---

305 El autor repite el número del capítulo.



## **2.8. *REGIMIENTO DE NAVEGACIÓN*[...](GARCÍA DE CÉSPEDES, 1606)**

El texto carece de índice y está distribuido de la siguiente forma:

Breve introducción de la esfera

Definición de la Esfera

División de la Esfera

Capítulo Primero, que trata de los círculos de la Esfera: De la Equinoccial. De los Coluros. Del Meridiano. Del horizonte. De los Trópicos. Del círculo Ártico y Antártico. De las cinco Zonas. De las Ascensiones de los signos. De los días naturales. De los días artificiales. De los Paralelos en la carta de navegación. De los Paralelos en Cosmografía.

Capítulo II. En que se demuestra, que siguiendo los Pilotos las reglas de los regimientos que en este tiempo usan, no toman la verdadera altura del Polo.

Capítulo III. Como se hallará a la distancia que hay entre los dos Trópicos.

Capítulo IV. En que se enseña como se hará la tabla de declinación de las partes del Zodiaco, según que la mayor es 23. grados. 28. minutos. Tabla de la declinación del Sol. Uso de la tabla precedente. Sigüense las tablas de Ecuación del Sol, según que las excentricidades 333 partes de las que semidiámetro del excéntrico tiene. 10000: Tabla de Ecuación del Sol. Uso de la tabla precedente. Tabla del verdadero movimiento del Sol. Tabla de Ecuación del Sol. Uso de la tabla precedente. Tabla de la declinación del Sol para el año de 1600. Bisextil. Al meridiano de Lisboa.

Capítulo V. Que enseña como se tomará a la altura del Sol sobre el Horizonte.

Capítulo VI. Que enseña como se tomará a la altura del Polo. Como se fabra la elevación del Polo sobre el Horizonte, a qualquiera hora fuera del medio día.

Capítulo VII. Que enseña lo mismo que en el precedente, fin saber la declinación del Sol.

Capítulo VIII. Donde fe enseña la fabrica de un instrumento, con el cual se sabrá a la altura del Polo a cualquier hora, y otras muchas operaciones.

Capítulo IX. Que enseña saber, en que parte estará la Estrella Polar de la circunferencia que hace alrededor del Polo, cuando la guarda delantera estuviere en alguno de los ocho rumbos principales.

Capítulo X. Como fe hallará la ascensión recta de la Estrella Polar.

Capítulo XI. Que trata como los Pilotos toman la altura del Polo, por lo que la Estrella Polar está más alta, o más baja que el Polo: La guarda delantera en el Norte. Cuando la guarda delantera está en el Oeste, cuanto está más alta que el Polo. Cuando la guarda delantera estuviere en el Sur.

Capítulo XII. En que fe demuestra, que lo que fe añade a la altura de la Estrella Polar, estando la guarda delantera en cualquier rumbo, no es igual a lo que se quita, estando la misma guarda en el rumbo contrario.

Capítulo XIII. En que fe demuestra lo que fe tiene de añadir, o quitar de la altura de la estrella polar, estando la guarda delantera en alguno de los 8. R, según que los imagina los Pilotos en la Estrella Polar, donde fe cortan todos: Cuando la guarda delantera está en el Sur, según la confederan los Pilotos, cuanto está más alta la Estrella Polar que el Polo. Cuando la guarda delantera está en el Noroeste, según la consideración de los Pilotos, sabe que es lo que se añade a la altura de la Estrella Polar. Cuando la guarda delantera está en el Nordeste, según la consideración de los Pilotos, que imaginan los rumbos en la Estrella Polar. Cuando la guarda delantera está en el Sudueste, según la consideración de los Pilotos. Cuando la guarda delantera está en el Sueste, según la consideración de los Pilotos. Cuando la guarda delantera está en el leste, según la consideración de los Pilotos, que imaginan los rumbos en la Estrella Polar. Cuando la guarda delantera está en el Oeste, según que los Pilotos imagina los rumbos.

Capítulo XIV. En que fe pone una advertencia, cerca de un regimiento de navegación que hizo Juan Bautista Lavaña, Cosmógrafo mayor de Portugal.

Capítulo XV. En que se pone una advertencia, sobre lo que dice Pedro Núñez, que lo hacemos dicho no puede ser regla general para todas las elevaciones de polo, estando hechas las reglas para una elevación.

Capítulo XV. Que trata de las cuatro estrellas del Crucero: .

Capítulo XVII. Que trata de lo que se tiene de añadir, o quitar de la altura de la estrella que está en la rodilla derecha del Centauro, estando en alguno de los 8. rumbos. Estando la estrella del Talon del pie izquierdo del Centauro en el Lefte, o Oefte. Estando la estrella del talón del pie izquierdo del Centauro, en el Nordefte.

Capítulo XVIII. Que trata cuanto está más alta, o mas baja la Estrella Polar que el Polo, estando en cualquier de los ocho rumbos principales: Estando la Estrella Polar en el Norte, o en el Sur, cuanto está más alta, o mas baja que el Polo. Cuando la estrella polar está en el Lefte, o en el Oefte. La Estrella Polar en el Nordefte, o Noroefte. La Estrella Polar en el Noroefte. La Estrella Polar en el Sudoeste, o en el Suerte. La Estrella Polar en el Sueste.

Capítulo XIX. Que trata de las leguas que hay entre dos lugares en la carta de marear, según que lo miden los Pilotos, por las reglas de sus regimientos.

Capítulo XX. En que se examina lo que dice Pedro Núñez, en su libro de navegación en el capítulo 2.

Capítulo XXIII. Que trata de la fabrica del instrumento de la Ballestilla que usan los Pilotos.

Capítulo XXIV. En que se trata, como por vis de números se puede graduar la ballestilla, muy mas cierta que por la vía que se tiene dicha: Siguese la figura de la Ballestilla, con su tranfuertario. Ejemplo de lo que habemos dicho, donde se entenderá más claramente la fábrica de la Ballestilla, por vía de números. Partes de la vara de la ballestilla, según que la mitad del transuertario tiene. 100. de las mismas. Advertencia cerca de los números de la tabla precedente.

Capítulo XXV. Como se sabrá la postura que tienen las guardas, estando la Estrella Polar en cualquier rumbo. Uso del instrumento de que habemos tratado: Siguese la

fábrica del instrumento, con el cual se sabe en que rumbo está la estrella que está en el talón del pie izquierdo del Centauro.

Capítulo XXVI. Que trata del Astrolabio de los Pilotos.

Capítulo XXVII. Que enseña como se hará un cuadrante, con que se tomará la altura del Sol, por grados y minutos.

Capítulo XXVIII. Que trata de otro instrumento armilar, con que se puede tomar la altura del Sol en la mar.

Capítulo XXIX. Donde se trata como por un cuadrante se tomará la altura del Sol, por grados y minutos.

Capítulo XXX. En que se enseña la fábrica de otro cuadrante, para tomar la altura del Sol por grados, y por minutos.

Capítulo XXXI. En que se ponen algunas advertencias de la aguja de marear.

Capítulo XXXII. En que se trata un discurso sobre la piedra imán.

Capítulo XXXIII. Que trata de las crecientes y menguantes de la mar.

Capítulo XXXIV. Que trata de la edad de la Luna.

Capítulo XXXV. Como se sabrá cuantos son de Epacta en qualquier año. Tabla de las Epactas, que comienza de. 15 de Octubre, del año de 1582. que fue el año de la correccion del Calendario, hasta el año de 1700: Tabla de las Epactas, desde el año de 1700. hasta el año de. 1900. Tabla perpetua de las conjunciones de la Luna que acontecieren todo el año supuesta a cualquiera Epacta.

Capítulo XXXVII. Como se sabrá cuantos son de Luna de memoria.

Capítulo XXXVIII. Que trata de la letra Dominical. Tercera tabla de los años expansos.

Capítulo XXXIX. En que se pone una tabla donde se hallarán las fiestas movibles. Tabla de las fiestas movibles.

Capítulo LX (debe poner XL). En que se trata, como las tablas que se hicieron de lo que se tiene de añadir, o quitar de la altura de la Estrella Polar, para que quede la altura del Polo, no son mas de para un cierto tiempo. Siguen las longitudes, declinaciones, y ascensiones rectas de la estrella Polar, y Guarda delantera, para los años

figuientes, según lo ponen las tablas por la doctrina de Copernico.

Capítulo XLI. En que se pone una observación de la Estrella Polar, acerca de la distancia que tiene del Polo.

Capítulo XLII. En que se demuestra la longitud, y ascensión recta de la Estrella Polar, según la latitud que tiene, y la declinación que se le ha hallado.

Capítulo XLIII. En que se pone un instrumento con que se puede saber facilmente en que rumbo está la Guarda delantera, según que los Pilotos consideran los rumbos.

Capítulo XLIV. En que se pone la fábrica de un instrumento, con que se toma la variación de la aguja de marear. Uso del Instrumento.

Capítulo XLV. En que se enseña la fábrica de otro instrumento, con que se toma la variación de la aguja a cualquiera hora del día, como se vea el Sol. Uso del Instrumento.

Capítulo XLVI. En que se pone la fábrica de otro instrumento con que se toma la variación de la aguja, mediante la Estrella Polar, y Guarda delantera. Uso del Instrumento.

Capítulo XLVII. Que trata del modo que se debe tener en echar punto en la Carta. Declaración y uso de la tabla siguiente.

Capítulo XLVIII. Que enseña como se tienen de hacer los troncos de leguas en las Cartas de navegar. Discurso en que se demuestra, que navegando de Lefte Oefte, no se puede saber lo que se ha navegado, y por el configuiente tampoco las longitudes. Longitud, y latitud, de algunas Estrellas según, para el principio del año de.1587. según las observaciones de Ticho Brahe, junto con los lugares, según el calculo del Rey don Alfonso y de Copernico: Siguese el lugar del Sol y de la Luna, para los días siguientes, y horas despues de medio día, según las observaciones de Ticho Brahe, y el cálculo del Rey don Alfonso y de Copernico.

Capítulo XLIX. En que se enseña saber la distancia entre dos pueblos, que sólo difieren en latitud, o en longitud.

Capítulo L. Que enseña demostrativamente la distancia que hay entre dos lugares, que difieren en longitud y latitud.

Capítulo LI. Que enseña lo mismo que el pasado, puesto que las latitudes sean a diversas partes.

Capítulo LII. En que se enseña a medir con compas y regla, la distancia que hay entre dos lugares, dadas sus longitudes y latitudes.

Capítulo LIII. Donde se pone una observación acerca de la refracción de los rayos del Sol.

Segunda parte. Hydrografía

Capítulo primero. En que se demuestra que todos los que navegan y andan por la tierra, se mueven por círculo mayor.

Capítulo II. En que se enseña la fábrica de la Carta de marear.

Capítulo III. Que demuestra que navegando por paralelo, o por otro cualquiera rumbo, como no sea por la Equinoccial, o Meridiano, llega antes la nao al puerto, que no el Piloto con el punto en la carta.

Capítulo IV. Que trata de la forma que se tuvo para describir el Mapa universal, y los puntos principales de las costas del mar Océano, y del Mediterráneo.

Capítulo V. En que se muestra la longitud del Cabo de Buena Esperanza.

Capítulo VI. En que se pone la descripción del Cabo de Buena Esperanza hasta la India, según longitud: Siguese una tabla donde se ponen las longitudes que hay de unas partes a otras, desde el meridiano de la Demarcacion hasta Malaca.

Capítulo VII. Que trata de la descripción de la otra mitad de la mar y tierra, en que se contienen las indias Occidentales: Siguese las longitudes que hay de Toledo hasta Malaca, por la parte de Occidente.

Capítulo VIII, En que se pone lo que Pedro Ruyz de Villegas natural de Burgos, y uno de los seis jueces nombrados para la determinacion de las diferencias entre Castilla y Portugal, acerca de la longitud de las Molucas.

Capítulo IX. Que trata de la descripción de la costa del Peru, y Barfil, y estrecho de Magallanes.

Capítulo X. Que trata de la descripción del mar Mediterráneo.

Capítulo XI. Que trata del mar de Bermejo.

Capítulo XII. Que trata de la descripción de la parte Septentrional, que cae en Europa.

Capítulo XIII. Que trata de las enmiendas particulares que se han hecho en el padrón ordinario de la carrera de las Indias.

Instrucción para la observación del Eclipse de la Luna, y cantidad de las sombras que su Majestad mandó hacer el año de mil y quinientos y setenta y siete, y los que se siguen, en las ciudades y pueblos de Españoles de las Indias: para verificar la longitud y altura dellos, que aunque pudiera haber otros medios Matemáticos para ello, se han elegido por más fáciles los que se siguen.

Capítulo XIV. Que trata como se sabrá la hora a cuando comenzó Eclipse, y cuando acabó, por la observación que se hizo, según la instrucción de Juan López de Velasco.

Capítulo XV. Que enseña como se sabrá la latitud de la Luna, por este instrumento.

Capítulo XVI. Que enseña como se sabrá la declinación de la Luna.

Capítulo XVII. En que se enseña por este instrumento saber la hora del principio y fin del Eclipse, según las observaciones de la instrucción.

Capítulo XVIII. Que enseña como por este instrumento se hallará la altura del Polo, a cualquier hora del día.

Capítulo XIX. Que enseña saber la hora por este instrumento, dada la altura del Polo: y la declinación del Sol, y su altura sobre el horizonte.

Capítulo XX. En que se pone una advertencia acerca de la longitud del mar Mediterráneo.

Capítulo XXI. Que enseña el modo que se debe tener para hallar el número de pies, o pasos que tiene el arco de un círculo mayor, que responden a un grado del dicho círculo, descrito en la superficie de la tierra, según que el tal círculo está dividido en 360. partes.

Capítulo XXII. Que trata de los viajes y navegaciones de las Indias Occidentales. Tiempos de esta navegación: De Sevilla a Sanlúcar de Barrameda. DE Sanlúcar para las Canarias. De las Canarias a Deseada y Dominica. De las Islas para la Nueva España, hasta el Cabo de San Antón en Cuba. Del Cabo de San Antón al puerto

de la Veracruz. De esta de la Dominica a Cartagena y Nombre de Dios. Vuelta del Nombre de Dios a la Habana. Desde San Juan de Vlua a la Habana para volver a Empaña. DE la Habana a las Azores. De las islas de las Azores para Sanlúcar en España. Navegación desde España para el rio de la Plata, y estrecho para el rio de la Plata, y estrecho de Magallanes. Navegaciones de la mar del Sur, de la Nueva España, y Tierra firme, para el Piru, y Estrecho. Navegación del Poniente, desde la Nueva España para las islas de Maluco, y Filipinas.



## 2.9. *COMPENDIO DE LA ARTE DE NAVEGACIÓN [...] (CEDILLO, (1717))*

Este texto carece de índice y trata los siguientes temas.

**Preceptos de la Cosmografía:** Del número y orden de las partes del mundo, y del movimiento de los cielos. De los círculos principales de la esfera celeste. De la definición de los arcos, de los máximos, y de otros círculos de la esfera celeste. Del globo terráqueo y división de su superficie. Definiciones geográficas. De los círculos de la esfera terráquea. De las zonas y climas. De los nombres náuticos de los vientos. De los círculos y términos de la navegación. De la diferencia entre la carta-plana, y el globo. Corolarios.

### **Tratado de la práctica, y uso de los instrumentos comunes de la navegación**

Capítulo I. Del astrolabio. Exámenes del astrolabio. Uso común del astrolabio. Uso del astrolabio para la observación de las estrellas.

Capítulo II. De la ballestilla. Exámenes de la ballestilla. Uso común de la ballestilla. Uso de la ballestilla para la observación de las estrellas.

Capítulo III. De los cuadrantes náuticos. De los exámenes de los cuadrantes. Uso de los cuadrantes náuticos. Excelencia del cuadrante de dos arcos.

Capítulo IV. De las reglas del Sol. Reglas del Sol. Explicación, y uso de las tablas de las declinaciones del Sol. De la ecuación de las declinaciones del Sol.

Capítulo V. De las reglas de las Estrellas. Reglas. Explicación de las tablas de las declinaciones de las Estrellas. De la Estrella Polar. Explicación para saber lo que se ha de añadir o quitar a la altura de la estrella polar.

Capítulo VI. De la aguja de marear. De los yerros de la aguja y sus correcciones. De la corrección de la variación de la aguja de marear. Reglas. Explicación de las tablas de la amplitud ortiva, y occidua.

Capítulo VII. Del instrumento de la corredera para saber el curso de la nave. De las medidas de la corredera. Práctica de la corredera. Explicación de la tabla para la práctica de la corredera.

Capítulo VIII. De las cartas de marear comunes, y de sus usos en común. De los usos de las cartas. Del punto de fantasía. . Del punto de escuadría. Del punto de fantasía, y altura.

Capítulo IX. De los usos particulares de las cartas, y del modo de corregir la fantasía. Modo de corregir la demasía de la carta ordinaria. Modo de corregir las distancias excesivas de la carta reducida. Corregir la fantasía por observación.

Capítulo X. Del Cuadrante de reducción: construcción del cuadrante de reducción. Notas para los usos de dicho cuadrante. Uso primero: dada la distancia 90 millas, y el tercer rumbo, hallar la diferencia de latitud, y apartamiento de meridiano. Uso segundo: dado el quinto rumbo, y la diferencia de latitud de dos lugares 50.ms. hallar su distancia, y diferencia de longitud. Uso tercero: dada la diferencia de latitud de dos lugares 30.ms. y su distancia 78 mill. Hallar su diferencia de longitud, y su rumbo. Uso cuarto: dada la diferencia de latitud 72.ms. y la longitud 30.ms. hallar la distancia y rumbo. Hallar el camino, y rumbo directo de la nave de una singladura de diferentes rumbos.

Capítulo XI. De las correcciones que se hacen por el cuadrante de reducción. De la corrección de la fantasía por la observación. De otro modo de corregir la fantasía. Modo tercero de corregir la fantasía. Hallar la longitud esférica por el cuadrante de reducción.

### **Apéndice**

Del modo de hallar por la memoria: El aureo número. Epacta. Hallar el día de la conjunción. Hallar los días que tiene la Luna. Hallar la hora de la pleamar. Del año solar y sus partes. De la letra dominical. Hallar las fiestas movibles por la memoria. De las festividades, temporas, y vigilias del año: Procura si de guardar las fiestas quieres saber estos versos aprender.

## **Tablas**

Tablas de las declinaciones del Sol. Año bisiesto

Tablas de las declinaciones del Sol. Año primero después de bisiesto

Tablas de las declinaciones del Sol. Año segundo después de bisiesto

Tablas de las declinaciones del Sol. Año tercero después de bisiesto

Tablas de amplitudes ortivas y occiduas del Sol

## 2.10. *TRATADO DE LA COSMOGRAPHIA Y NAUTICA* (CEDILLO (1745))

De los capitulos de estos dos libros de la Cosmographia y Nautica

Libro primero de la Cosmographia

Capitulo I. Del numero de las partes del Mundo, y del movimiento de los Cuerpos Celestes. Cap. II. De los Circulos de la Esphera Celeste.

Cap. III. De los años Solares, y Lunares, y del modo de hallar las Fiestas movibles, y de las otras Fiestas, Temporas y Vigilias del Año.

Cap. IV. De las Phases Lunares, y de los Eclipses de los Astros.

Cap. V. Del Globo Terraqueo.

Cap. VI. De los Círculos de la Esphera Terraquea, y de las Zonas, y Climas.

Cap. VII. De la division de la superficie del Globo Terraqueo.

Cap. VIII. Del Fluxo, y Refluzo de el Mar.

Cap. IX. De los Vientos.

Cap. X De la Piedra Imán.

Cap. XI. De los términos de la Navegacion, y de la Hiftiodromia.

Libro Segundo de la Nautica, de la Construcccion, y uso de los Instrumentos comunes de la Navegacion.

Cap. I. De la Construcccion, y uso de la Ballestilla.

Cap. II. De la Construcccion, y uso del Quadrante de dos arcos.

Cap. III. De los yerros de las observaciones, y de las reglas del Sol, y Estrellas.

Cap. IV. De la Aguja de Marear.

Cap. V. De los modos de hallar la variacion de la Aguja.

Cap. VI. De las Reglas para corregir el Angulo del Rumbo de la variacion de la Aguja, y del Abatimiento.

Cap. VII. Del Instrumento de la Corredera para saber el curso de la Nave.

Cap. VIII. De las Cartas de Mafrer, y de sus Construcciones.

Cap. IX. De los usos de las Cartas Nauticas.

Cap. X. Del Quadrante de Reduccion.

Cap. XI. De las reducciones de las distancias del Lefte, Oefte, à las leguas de la verdadera Longitud, y de las Correcciones, que se hacen por el Quadrante de Reduccion.

Al final del libro incluye una serie de Tablas y Figuras que no relaciona en el índice con numeración independiente al texto.

Tablas de las declinaciones del Sol.

Tablas de las declinaciones de las Estrellas. Declinación septentrional, o del Norte.

Tablas de las declinaciones de las Estrellas. Declinación meridional, o del Sur.

Tablas de las amplitudes ortiva, y occidua del Sol.

Tablas modernas de las latitudes, y longitudes de los lugares de nuestra navegación, así de las costas de España, como de las Indias Occidentales; siendo su primer meridiano el de Tenerife.

Lamina 1 que contiene 10 figuras

## 2.11. *TRATADO DE NAVEGACIÓN* [..](SÁNCHEZ RECIENTE, 1749)

Capítulo I. De las definiciones fundamentales de la navegación: Navegación. Navegación teórica. Navegación práctica. Universo o Mundo. Elementos y composición de la parte Elemetar: Tierra, Agua, Aire y Fuego. Composición de la parte Celeste: Cielos, Estrellas y Planetas. El Mundo. Eje del Mundo. Polo Norte. Polo Meridional. Movimiento. Movimiento común. Movimiento propio. Movimiento de trepidación. Las Estrellas. División de las erráticas: Grandes y Pequeñas. Las grandes, denominados Planetas son 7: Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Jupiter y Saturno. Las erráticas menores son 9. La Luna.

Capítulo II. De la esfera celeste, y de sus principales círculos: Esfera. Diámetro. De la esfera. Eje de la esfera. Círculo. Línea. Polos de la esfera. Círculos principales: Horizonte, Meridiano, Equinoccial, Eclíptica, Coluro de los Equinoccios, Coluro de los Solsticios, trópico de Cáncer, Trópico de Capricornio, Círculo Polar Ártico, Círculo Polar Antártico. Círculos máximos. Círculos menores. Horizonte. Horizonte racional. Polos del Horizonte. Horizonte recto. Orizonte oblicuo. Horizonte coincidente con la Equinoccial. Horizonte racional. Horizonte sensible. Meridiano. Polos del Meridiano. Equinoccial. Eclíptica. Eclipse de Sol. Eclipse de Luna. Zodíaco. Círculos Polares.

Capítulo III. De otros círculos de la esfera celeste: Círculos Azimutales. Círculos Almucantarats. Círculos de depresión. Círculos de depresión. Círculos de depresión. Declinación de un Astro. Círculos de latitud. Latitud de un Astro. Diferencia entre declinación y latitud de un Astro. Círculo de longitud. Longitud de un astro. Ascensión recta de un Astro. Descensión recta de un Astro. Ascensión oblicua de un

Astro. Descensión oblicua de un Astro. Diferencia ascensional. Amplitud ortiva de un Astro, Amplitud occiua de un Astro, Círculos horarios. Ángulo horario. Círculo de posición. Arco de posición. Ángulo de posición.

Capítulo IV. Del globo terráqueo, y sus partes: Esfericidad de la Tierra. División de la Tierra.

Capítulo V. De los círculos de la esfera terráquea: Horizonte. Meridiano. Equinoccial. Trópico de cáncer. Trópico de capricornio. Círculo polar ártico. Círculo polar antártico. Latitud de un lugar. Latitud boreal. Diferencia de latitud de dos lugares. Círculo de longitud. Longitud de un lugar. Diferencia de longitud de dos lugares.

Capítulo VI. De las zonas, climas y habitantes de la Tierra: Clasificación de las zonas. Zona tórrida. Zonas templadas. Zonas frías. Los climas. Consideración de los habitantes de la Tierra en función del círculo en que están constituidos. Definiciones geográficas e hidrográficas: Abismo. Alta mar o píelago. Arrecife o Escollo, Bahía, Banco o Bajo. Barra, Bósforo o Canal. Cabo o Promontorio. Canal o Estrecho. Chersoneso o Península. Continente o Tierra firme. Corriente del mar. Costa. Desembocadura de río. Emporio. Ensenada. Escala. Escollo o Sirto. Estrecho o Faro. Estuario. Euripo. Flujo del mar. Golfo. Isla. Istmo. Médano Muelle. Océano. Paso o Estrecho. Península. Piélagos. Playa. Ponto. Procurrente. Promontorio. Provincia. Puerto. Procurrente. Remolino o Vórtice. Seno. Sirtos. Tierra. Vórtices.

Capítulo VII. Del número, y nombres de los vientos. Viento. Rumbo. Vientos cardinales. Vientos colaterales. Medias partidas. Cuartas. Cuarteo de la Rosa de los vientos. Rumbos rectos. Rumbos paralelos. Rumbos oblicuos.

Capítulo VIII. De los términos de la navegación: Latitud, Longitud, Rumbo y Distancia. Formas de calcular la latitud. Formas de calcular la diferencia de latitud de

dos lugares. Formas prácticas de calcular la longitud. Formas de calcular la diferencia de longitud de dos lugares. Rumbo. Distancia. Punto de fantasía. Punto de fantasía y altura. Punto de escuadría. Punto de longitud y latitud. Punto de fantasía y longitud. Punto correspondiente. Punto correspondiente.

Capítulo IX. De la diferencia de lo plano a lo esférico.

Capítulo X. De la Aguja de marear. Definición y nomenclatura. Conservación y cuidados.

Capítulo XI. Del Astrolabio. Descripción. Construcción. Observaciones.

Capítulo XII. De la Ballestilla. Descripción. Construcción.

Capítulo XIII. Delos Cuadrantes para observar el Sol. Descripción. Construcción.

Capítulo XIV. Del Cuadrante de reducción. Descripción. Construcción.

Capítulo XV. De la Carta de marear. Idea general. Fabricación de la carta de marear (ordinaria o de grados iguales y grados crecidos).

Capítulo XVI. De la Corredera. Descripción. Construcción. Graduación.

Capítulo XVII. Del uso de los cuadrantes de la rosa de marear.

Capítulo XVIII y 1. De los usos de la aguja marear. De la variación de la aguja. Uso de las tablas de declinaciones. Para hacer las ecuaciones por las tablas de declinaciones. Tablas de las amplitudes del Sol y su uso. Modo de conocer la variación de la



aguja. Reglas de las amplitudes. De la corrección de la aguja de marear. Reglas para corregir la aguja por la variación.

Capítulo XVIII y 2. De las corrientes y abatimientos. Definición de abatimiento. Formas de determinar el abatimiento. Reglas para corregir la Rosa por abatimiento. Reglas para correir la Rosa de marear por la variación y abatimiento.

Capítulo XIX. De los usos del Astrolabio. Observaciones. Qué es observación. Regla general del Sol. Regla general para las Estrellas. De la Estrella Polar. Del Reloj nocturno: Fábrica y uso de este instrumento.

Capítulo XX. De los usos de la Ballestilla. Observaciones.

Capítulo XXI. De los usos de los Cuadrantes de observación. Observaciones.

Capítulo XXII. De los usos del Cuadrante de reducción.

Problema I. Dada la distancia. Y el ángulo del rumbo, hallar la diferencia de latitud, y apartamiento de meridiano.

Problema II. Dado el rumbo, y diferencia de latitud, hallar la distancia, y apartamiento de meridiano.

Problema III. Dada la diferencia de latitud, y distancia, hallar el ángulo de rumbo, y apartamiento de meridiano.

Problema IIII. Dada la diferencia de latitud, y apartamiento de meridiano, hallar el ángulo del rumbo, y la distancia.

Problema V. Dada la diferencia de latitud, y el rumbo del Norte, hallar la distancia.

Problema VI. Dado el apartamiento de meridiano, y el rumbo Leste, hallar la distancia.

Problema VII. Dados algunos bordos, conocer el rumbo directo y distancia directa.

Problema VIII. Del modo de corregir la fantasía.

Problema IX. Dado el apartamiento de meridiano, y diferencia de longitud plana en cualquier paralelo, hallar la diferencia de longitud esférica.

Problema X. Dada la diferencia de longitud esférica en un paralelo, hallar la distancia correspondiente, o diferencia de meridiano.

Problema XI. Dada la diferencia de longitud plana corregida, hallar la diferencia de longitud esférica, caminando por cualquier rumbo de cualquier cuadrante.

Problema XII. Dadas las latitudes de dos lugares, y la diferencia de longitud esférica, hallar la diferencia de longitud plana, el rumbo, y distancia navegada.

Problema XIII. Modo de sacara la media paralela entre la equinoccial, y otro cualquier paralelo.

Problema XIV. Hallar la media paralela entre dos latitudes de una especie.

Problema XV. Hallar la media paralela entre dos latitudes de diversa especie.

Capítulo XXIII. De los usos de las Cartas de marear. Trazado del rumbo. Medir la distancia de un punto a otro. Situar un punto en la carta (latitud y longitud).

Problema I. Dado el rumbo, y distancia, hallar la latitud y apartamiento de meridiano.

Problema II. Dada la distancia, y el rumbo entre viento, y cuarta, o entre media partida, y cuarta, hallar la diferencia de latitud y apartamiento de meridiano.

Problema III. Dada la diferencia de latitud, y distancia, hallar el apartamiento de meridiano, y rumbo.

Problema IV. Dado el rumbo, y diferencia de latitud, hallar la distancia, y apartamiento de meridiano.

Problema V. Dadas algunas singladuras, hallar el rumbo directo, y distancia directa.

Problema VI. Dada la diferencia de latitud, y apartamiento de meridiano, hallar el rumbo, y distancia.

Problema VII. Corregir la fantasía en la carta plana sevillana.

Problema VIII. Corregir la fantasía en la carta plana por la observación.

Problema IX. Dada la distancia verdadera entre dos lugares, hallar la diferencia de latitud, y de longitud esférica.

Capítulo XXIV. De la práctica de la Corredera. Particularidades del uso de la corredera. Tabla de la práctica de la corredera. Tabla de la corrección de la distancia y rumbo.

Capítulo XXV. De la formación del Diario Náutico.

Capítulo XXVI. De la formación del Calendario. Año. Año solar. Año astronómico. Año civil. Año común. Año bisiesto. Año solar común. Año lunar. Año lunar astronómico. Año lunar civil. Año lunar embolisinal. Mes solar. Mes lunar. Calendario. Del áureo número. De la epacta. Hallar el día de la conjunción de la Luna con el Sol. Hallar la edad que tiene la Luna. Hallar la hora de la pleamar. Hallar la letra dominical. De las letras feriales. De las fiestas movibles. De las fiestas fijas y vigiliás del año.

Tablas

Estas ocho estrellas tienen la declinación septentrional

De lo que se ha de añadir, o quitar de la observación de la Polar, cuando está arrumbada con algunos de los rumbos generales, para saber la altura de Polo.

Año 1. Tablas de las declinaciones del Sol.

Año 2. Tablas de las declinaciones del Sol.

Año 3. Tablas de las declinaciones del Sol.

Año 4. Tablas de las declinaciones del Sol.

De las amplitudes ortiva y occidua del Sol.

## 2.12. *LECCIONES NÁUTICAS*[...]/(ARCHER, 1756)

### Indice

De las lecciones, y tablas que contiene este Libro

Lección primera de la Geometría, fol. I.

Lección segunda de la Trigonometria Plana Rectangula, folio 15.

Canon Trigonometrico, ò Reglas para la Solución de los Problemas de esta Trigonometria, folio 17.

Leccion tercera de la Geographia, folio 31.

Leccion quarta de la Rofa Nautica, folio 47.

Leccion quinta de la Corredera, folio 50.

Leccion sexta de la Navegacion Plana, folio 54.

Leccion septima de la Correccion del Apartamiento, folio 63.

Leccion octava de la Carta Plana, folio 69.

Leccion novena de la reducion del Apartamiento a diferencia de Longitud, y de esta à quel por la Latitud media, folio 74.

Leccion diez de las partes Meridionales, folio 81.

Leccion undecima de la Carta Espherica, folio 91.

Leccion duodecima de la Aftronomia, folio 102.

Leccion decima-tercia de los Problemas Aftronicos neccessarios en la Navegacion, fol.114

Leccion decima´quarta de los ifrumentos que se usan en el Mar, para observar las alturas de los Aftros, Folio 129.

Leccion decima-quinta de las Correcciones que necesitan las alturas observadas, para tener las verdaderas, fol. 133.

Leccion decima-sexta de la Declinacion de los Aftros, folio 138.

Leccion decimo-septima de la variacion de la Brujula, folio 146.

Leccion decima-Octava de la Driba, folio 153.

Leccion decima-nona del Diario, folio 155.

Leccion vigesima de las Mareas, folio 158.

Tablas de diferencia de Latitud, y Apartamiento, folio 166.

Tablas de las partes Meridionales fobre el Elipfoyde, folio 157.

Tablas de Declinaciones del Sol, folio 205.

## 2.13. *COMPENDIO DE NAVEGACIÓN* [...] (JUAN, 1757)

### **Sección I**

Que comprende una breve idea de la navegación

### **Sección II**

De la aguja de marear, y del rumbo que sigue la nave

### **Sección III**

De la corredera, y distancia que camina la nave

### **Sección IV**

De las cartas

### **Sección V**

De la resolución de los problemas de navegación por el cálculo

### **Sección VI**

De las correcciones que se deben hacer en la navegación

### **Sección VII**

De las observaciones de latitud, y de los instrumentos con que practican

### **Sección VIII**

Método de llevar el diario en la navegación

### **Tablas**

Declinaciones, pasages por el meridiano, magnitudes y diferencias en declinación, de las principales Estrellas del firmamento para el principio del año 1756

Declinaciones del Sol para los años 1756, 1757, 1758, 1759 y sucesivos para el meridiano de Cádiz

Amplitudes de los Astros desde 0° hasta 24° de declinación

Partes meridionales para los grados y minutos de latitud desde 0° hasta 90°

### **Apéndice**

Sobre la teórica y modo general de deducir el rumbo y distancia directos en las derrotas compuestas, suponiendo que las distancias andadas formen ángulos pequeños entre sí.

### **Apéndice II**

## 2.14. *EL MARINERO INSTRUIDO* [...] (BARREDA, 1765)

### Parte primera.

En que se trata de todo lo tocante, y perteneciente a ambas esferas celeste, y terráquea, según los preceptos cosmográficos

Capítulo I. De los principios universales; para total inteligencia de la esfera: Del universo o mundo, y partes de que se compone. Del movimiento de los astros. De los aspectos de los planetas. Del conocimiento de los planetas, y estrellas fijas.

Capítulo II. De la esfera celeste y sus principales círculos: Del horizonte, y sus usos. Del meridiano, y sus usos. De la equinoccial, y sus usos. De la eclíptica y de los eclipses. Del zodiaco y de los signos. De los dos coluros. De los dos trópicos. De los dos círculos polares.

Capítulo III. En que se explican otros círculos de la esfera celeste: De los círculos verticales. De los círculos de altura, y depresión. De los círculos horarios. Del modo de reducir las horas, minutos y segundos de tiempo, en grados, minutos y segundos de la equinoccial y al contrario. De los círculos de latitud y longitud. De las ascensiones, y descensiones. De los círculos de declinación. De las amplitudes de los astros. Del círculo crepusculino, arco semi-diurno y paralaje. De la refracción, y atmosfera.

Capítulo IV. De los círculos necesarios, para la inteligencia de la esfera terrestre.. De los círculos de latitud. De la diferencia de latitud, y modo de conocerla. De los círculos de longitud. De la diferencia de longitud y modo de hallarla.

Capítulo V. De las partes, que componen el globo terráqueo, su situación, y forma con que está dispuesto, según los geógrafos: De la redondez, y quietud de la Tierra. De las leguas, que contiene un grado de círculo máximo, según la diversidad de las naciones.



De la magnitud del diámetro, y circunferencia de la tierra. De la división del globo terráqueo. De la Europa, y sus términos. De Asia y sus límites. Del África y sus confines. De la América septentrional. De la América meridional. De otros varios nombres, que se dan en la tierra como islas, penínsulas e istmos. De la división del mar en sus cuatro principales partes. De los golfos, senos, estrechos.

Capítulo VI. De la disposición de las zonas, clima y positura de los habitantes del globo: De la zona tórrida. De las dos zonas templadas. De las dos zonas frías. De los habitantes de la Tierra, con relación a la sombra, que causan, dividiéndose en Acios, Anficios, Eterocios, Anticios, y Pericios. De los habitantes, con respecto a los círculos, en que están constituidos. De las Antípodas, Antiecos, y Periecos. De los climas, y su diferencia, Sabido el clima, conocer por el, las horas que tiene de día máximo; y al contrario, por las horas saber el clima. Sabidas las horas de día máximo de cualquier clima, hallar el paralelo de latitud, por donde pasa, y al contrario, dado el grado de paralelo conocer el clima. Determinar lo mismo en los climas fríos o subpolares.

## **Parte II**

Capítulo I. De los cuatro fundamentales términos de la navegación, y primero del rumbo. Del rumbo, y del viento. De las diferencias del viento. Del número de los vientos, y rumbos. De la piedra imán, sus virtudes, y excelencias. Del modo de buscar la línea meridiana. Del modo de buscar, y señalar los polos en la piedra imán. Delineación, y forma de la aguja de marear. De los nombres propios, y significativos de los vientos y rumbos. Del valor de los rumbos en grados, y minutos. De los cuadrantes de la Rosa de marear. Disposición en que se coloca la aguja, y modo de tocarla con la piedra imán. Del uso de las agujas de marear, que vulgarmente se dicen ordinarias. De las agujas de marear, su disposición, y uso. De otros géneros de agujas. De la aguja, que se llaman acimutal, su forma, y modo de usar de ella. De otra forma de agujas. De la variación de

la aguja. Del uso de las tablas de las declinaciones del Sol. Del modo de corregir dichas tablas almeridiano, para que fueron calculadas. Del modo de corregirlas, o ecuarlas para distinto meridiano. Del modo de hallar la declinación del Sol, a cualquier hora del día en distinto meridiano, con sólo el auxilio de las tablas. Modo de hallar la amplitud del Sol por las tablas. Se expresan dos modos por la trigonometría. Forma de hallar dicha amplitud por las tablas por modo proporcional. Hallar el azimut verdadero del Sol, por trigonometría. Del modo de hallar la variación de la aguja según las amplitudes. Hallar dicha variación por el azimut. De otro modo de hallar la variación. De la forma de corregir el rumbo, después de navegar por la variación. Método de corregir antes de navegar. Se define, que cosa sea abatimiento, y cómo se conoce. Del modo de corregir el rumbo del abatimiento. De la corrección de la aguja de variación, y abatimiento juntamente.

Capítulo II. De lo correspondiente a la distancia. De la disposición del instrumento de la corredera. De los fundamentos para la medida de la corredera. De la medida de la corredera. De la figura de la que se dice brquilla. Del modo de formar, o examinar la ampollita del medio minuto horario. Del uso de la corredera. Modo práctico, con que algunos sacan el rumbo directo, y distancia en los términos de una guardia que se compone de 8. Ampolletas, para notarlo en la pizarra; se hace evidente su nulidad: Afirmase su legitimidad, por el singular método del EXcmo. Sr. D.Jorge Juan. Forma de la tabla diaria. Del modo de hallar la distancia verdadera al fondo del mar, por medio de sondaleza, y escandallo.

Capítulo III. De lo perteneciente al término de la Latitud. Del astrolabio, su reconocimiento, y usos. De la ballestilla, idem. De los cuadrantes, idem. Del octante idem. Modo de observar el Sol con este instrumento de cara. Forma de observar de espaldas. Justificar cuando está este instrumento de cara. Ventajas, y excelencias, que lleva el octante a los demás instrumentos. Modo para observar las estrellas. Tabla de la

declinación de algunas estrellas. Tabla de la elevación de la vista sobre el horizonte. Tabla de la refracción de los astros. De los casos, que pueden ocurrir en la observación del Sol, para conocer la altura de polo.. Nota para saber la altura de polo, por observación a las estrellas. De la observación a la Estrella Polar. Hallar la altura, por dicha Polar.

Capítulo IV. De cuanto corresponde a la longitud. Modos ideados, para hallar la longitud en el mar. Noticias con que las gacetas de estos años nos anuncian este punto. Declárese, que en España se está trabajando sobre esta materia. Método práctico de hallar la longitud. De los puntos, que se trabajan por el cuadrante de reducción. Cartas de marear, y demás instrumentos náuticos.

### **Parte III**

Capítulo I. De la descripción del cuadrante de reducción. Previsiones para los usos del cuadrante, en los cuatro que comprende la Rosa de marerar. Del modo de reducir unas leguas a otras según lo común de las naciones. De la reducción de leguas a millas, y al contrario. Notas para los usos del dicho cuadrante de reducción.

Capítulo II. En que se resuelven los puntos, que ocurren en la navegación. Del punto de fantasía. Del punto de fantasía y altura. Del punto de escuadría. Del punto de latitud, y longitud. Del punto de distancia, y longitud. Del punto de rumbo, y longitud. Del punto de diversos bordos. Nota a la conclusión de este punto.

Capítulo III. De las correcciones de la fantasía, así por el modo hasta ahora practicado, como por las corrientes, método de hallar la media paralela, y de conocer la diferencia de longitud esférica. Reglas para las correcciones de la fantasía. Nota en el uso de estas reglas. Ejemplos para la práctica. Notas para el ejercicio en la corrección de las corrientes.. Problemas de corrientes. Nota para esta corrección en las derrotas compuestas , y corrientes al E. Problemas para navegar (si es posible) dando el resguardo al rumbo de la

corriente. Nota para hallar la media paralela entre dos latitudes. Nota de hallar la media paralela entre dos latitudes de corta diferencia, ya sean de una especie N. o S. como de diversa. Modo de hallar dicha media paralela por las tablas de partes meridionales. Forma de hallar dicha latitud media por los troncos de diversos paralelos. Método de hallar por medio más justificado. Con el conocimiento de la longitud plana, hallar la diferencia de longitud esférica en cualquier paralelo. Hallar la diferencia de longitud plana, o distancia en cualquier paralelo, conocida la diferencia de longitud esférica. Del modo de hallar la diferencia de longitud esférica navegando por cualquier rumbo oblicuo. Del modo de saber el rumbo navegado, distancia, y diferencia de meridiano, que se ha de navegar conocida la diferencia de longitud esférica. Del modo de hallar la diferencia entre dos latitudes por las partes meridionales en el uso del cuadrante. Conocer por la diferencia de latitud en partes meridionales, la diferencia de longitud esférica, hallada antes la longitud plana. Hallar dicha diferencia de longitud esférica por otros modos, sin el auxilio de la diferencia de longitud plana. Conocida la distancia o longitud plana, y la diferencia de longitud esférica, en un paralelo, hallar que paralelo es. Dado un paralelo, conocer los minutos, que le corresponden a cada grado. Dados los minutos, que corresponden a un grado de paralelo, saber, qué paralelo es.

Capítulo IV. De la construcción, y disposición de las cartas de marear. De las diferencias de cartas. Demuéstrese la diferencia de lo plano a lo esférico. Construcción de la carta reducida. Forma de graduar el meridiano en las cartas reducidas. Otro modo, por las partes meridionales. Forma de hacer los troncos generales. Manifiestanse los fundamentos de donde dimana lo mencionado. Método para levantar un plano.

Capítulo V. Del ejercicio, y uso de las cartas. De los usos de las cartas de marear. Del punto de fantasía. Del punto de fantasía, y altura. Del punto de escuadría. De los modos de situarse el piloto en las cartas, yendo en demanda de la costa, o separándose de ella, a lo que se dice punto de demarcación. Advertencias sobre lo dicho, y forma con que se

debe disponer el Diario. Apéndice náutico, y cálculo loxodrómico para resolver todos los triángulos rectángulos en la navegación por vía aritmética. Tabla loxodrómica. Del punto de fantasía. Del punto de fantasía y altura. Del punto de escuadría. Del punto de latitud y longitud. Se manifiesta otro modo de hacer estas operaciones. Del punto de diversos bordos. Hallar la diferencia de longitud esférica. Hallar la diferencia de latitud en partes meridionales por ese método y por ella la diferencia de longitud esférica. Adición al cálculo precedente con algunas cuestiones curiosas. Manual aritmético práctico para la forma, y disposición del calendario.

Punto I. En el que se define, que cosa es el calendario, el año, y sus diferencias.

Punto II. Del modo de hallar la hora a la que sale y se pone el Sol en todas alturas, y arte de hallar el lugar del Sol en la eclíptica en un caso de necesidad, para conocer la declinación en cualquier día. Modos de hallar la hora de salir el Sol. Modo práctico de hallar el lugar del Sol en la eclíptica. Del modo de hallar la declinación del Sol por este medio.

Punto III. De los cielos Luni-Solares fundamentales para la ecuación de los años, proporcional las lunaciones y ordenación de las fiestas movibles. Del aureo número, y forma de indagarlo. De la epacta, y modo de conocerla. Del ciclo solar, y modo de hallarlo. De la indición romana y modo de hallarla. Del ciclo de Martirologio romano. De la letra dominical, y modo de buscarla, la que corresponde a cada año. De las letras feriales, y modo de saber el día en que entra el mes, o que cualquier día del mes dado.

Punto IV. Del modo de hallar el día del novilunio, la edad de la Luna en todo tiempo, con la regla de reconocer la hora de pleamar, y bajamar en cualquier puerto. Hallar el día de la conjunción de la Luna. Hallar la edad de la Luna. Hallar la hora de la pleamar y bajamar en cualquier puerto.

Punto V. Del modo de hallar el día del plenilunio pascual, y por su conocimiento la celebridad de la pascua, y demás fiestas movibles, con relación a las fiestas de precepto, y otras notas, para la perfección del calendario. Explicar que se entiende por mes primero Lunar, o Pascual, con las condiciones establecidas sobre este asunto. Varios modos de

hallar el día del plenilunio Pascual. Declaranse los términos más bajos, en que pueden caer, así la Pascua como las demás fiestas movibles. Notense los términos más altos de dichas festividades. Varios modos de hallar la celebridad de la Pascua, y demás fiestas movibles. Nota de las festividades fijas, vigílias, témporas; y días en que se hace la diligencia del Ánima.

### **Tablas**

De la declinación del Sol

De las amplitudes del Sol

De la hora de salir, y ponerse el Sol

De las latitudes, y longitudes de los lugares de la costa de España, y de las Américas, arreglada su longitud al meridiano de la isla Tenerife.

## 2.15. *SUITE DU COURS DE MATHÉMATIQUES. [...]* (BEZOUT, PARIS, 1781)

### TABLE DES MATÉRIES

#### PREMIÈRE SECTION

Dans laquelle on donne les connoissances nécessaires pour la construction & l'usage des Cartes, & où l'on enseigne les principales méthodes pour résoudre les questions de Navigation

De la figure du Globe terrestre; apparences qui résultent de cette figure & du mouvement de ce globe sur lui-même. Des principaux cercles qu'on a imaginés pour fixer la position de ses parties

De la manière de représenter sur les Cartes, & particulièrement sur les Cartes réduites, la position des différens points de la surface de la terre

De la grandeur absolue des degrés sur la terre

De la manière dont on mesure le chemin que fait le Navire: description du loch & son usage

De la manière de connoître la direction de la route du Navire: de la Boussole & de ses usages

Principes fondamentaux de la réduction des routes

De la manière de résoudre les problèmes de Navigation, par le moyen des Cartes réduites

Sur la manière dont on détermine le point de départ ou de partance, ainsi que le lieu où l'on se trouve à la vue de deux terres

Du Quartier de réduction, & de son usage pour la résolution des problèmes de Navigation

Usage de l'échelle des latitudes croissantes, qui accompagne le Quartier de réduction

Des routes composées, para le Quartier de réduction

Résolution des questions précédentes, par le calcul

## SECONDE SECTION

Dans laquelle on donne les connoissances d'Astronomie utiles aux Navigateurs

Du mouvement annuel du Soleil; de la vraie mesure du temps; & de la distinction des années communes & des années bissextiles

Des cercles & des points de la Sphère qui répondent aux differents époques du mouvement annuel du Soleil

Conséquences qui résultent du mouvement annuel du Soleil, par rapport aux climats, aux zones, à la durée des jours, &c.

Des Planètes & des Étoiles fixes

De la Lune; de ses Phases & de ses Éclipses, du Nombre d'or & des Épactes

De la manière de calculer les Phases de la Lune

De la manière dont on détermine la position des Astres, à l'égard de l'Écliptique & à l'égard de l'Équateur

Du calcul de la Longitude, de l'Ascension droite, & de la Déclinaison du Soleil, pour un temps & un lieu proposés quelconques

Pour la Longitude

Pour l'Ascension droite

Pour la Déclinaison

De la manière dont on détermine la position des Astres a l'égard de l'horizon

De l'effet que la postion de l'Observateur peut produire dans la position apparente des Astres, ou de la Parallaxe

De l'effet que doit produire sur la hauteur apparente des Astres, l'élévation de l'oeil de l'Observateur, au-dessus de la surface de la Mer



De la Réfraction

Des diamètres du Soleil & de la Lune

De manière de calculer les différentes circonstances du mouvement diurne des Astres, leur lever, leur Passage au méridien, leur coucher & leur situation à l'égard de l'horizon

### TROISIÈME SECTION

Dans laquelle on enseigne l'usage des connoissances précédentes dans la navigation

Du flux & reflux de la Mer

Description de quelques instruments pour observer, en mer, la hauteur des Astres

Description & usage du Quartier Anglois

Description & usage de l'Octant

Différentes méthodes pour trouver, en mer, la Latitude ou le Hauteur du Pôle

Usage des Observations de Latitude, pour la correction des routes

Moyens de déterminer, en mer, l'heure qu'il est sous le méridien où l'on se trouve

REMARQUE

Usages de l'observation des Astres, pour déterminer la variation du Compas

REMARQUES

Description & usage du Compas azimutal

Différentes méthodes pour trouver la Longitude en mer

I. Par les Cartes de la variation de l'aiguille aimantée

II. Par les montres marines

III. Par l'observation de quelque phénomène instantané, dans le ciel

IV. Par la mesure de la distance d'une Étoile, à la Lune ou au Soleil

REMARQUE

De la nécessité & de la manière de calculer plus exactement le lieu de la Lune

## QUATRIÈME SECTION

Dans laquelle on traite plus particulièrement de quelques objets dont il a été question dans les sections précédentes

Des rapports qu'ont entre elles les variations très-petites des triangles sphériques dont on suppose deux parties constantes

i. Un angle & le côté opposé demeurant les mêmes

Remarque sur la manière de faire usage de ces rapports

ii. Un côté & l'angle adjacent restant les mêmes

iii. Deux côtés restants les mêmes

iv. Deux angles restant les mêmes

De la variation totale que subit l'une quelconque des parties d'un triangle sphérique, lorsqu'on ne suppose rien de constant dans ce triangle

Applications des règles précédentes à divers objets, & particulièrement à quelques méthodes qu'on pourroit être tenté d'employer pour trouver la Latitude

Réflexions sur l'Octant, & sur la correction qu'on doit faire aux arcs observés avec cet instrument

Table de la correction qu'on doit faire aux hauteurs observées, lorsqu'elles ont été réduites par la vérification de l'Octant à l'horizon

Examen de l'erreur qu'on peut commettre dans la réduction des routes, en employant le moyen parallèle

Du rapport qu'ont entre elles l'erreur commise sur la Latitude, l'erreur commise sur le rhumb de vent, & celle que chacune de ces deux causes peut produire sur la Longitude

De la correction qu'on doit faire à la Latitude & à la Longitude déduites de l'estime, lorsqu'on a égard à l'appâtissement de la terre

Table de la correction qu'on doit faire Latitudes simples, & aux Latitudes croissantes, eu égard à l'appâtissement de la terre

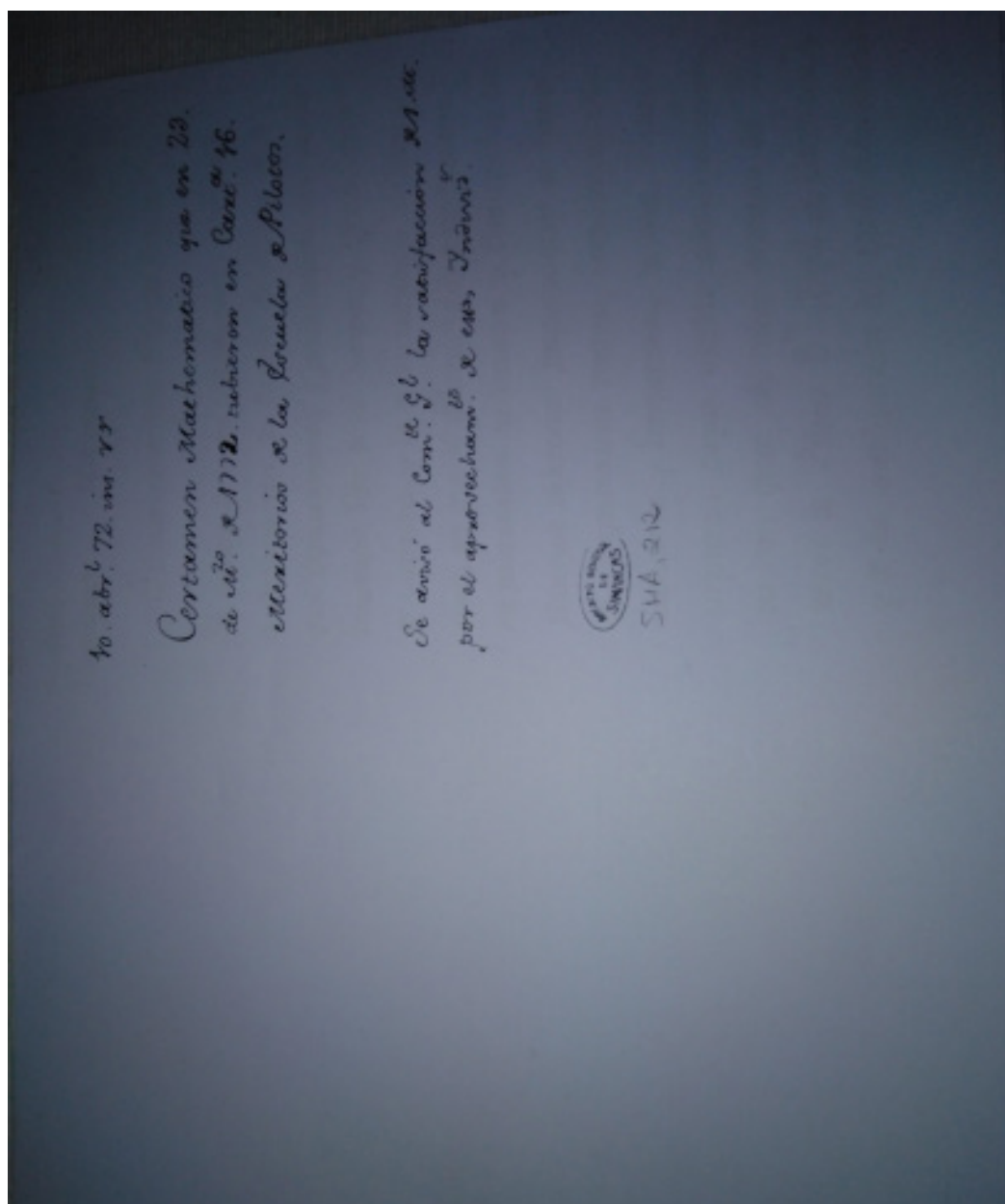
Résolution de quelques questions de Trigonométrie sphérique qui peuvent être d'usage dans quelques cas

Additions à ce qui a été dit dans la troisième Section, sur la manière de trouver la Longitude, en mer, par l'observation de la distance de la Lune aux Etoiles



## ANEXO 3: CERTÁMENES NÁUTICOS

### 1. CERTAMEN MATHEMATICO Y NAUTICO, QUE INSPECCIONO EN LA ESCUELA DE NAVEGACION DE CARTAGENA EL EXCELENTISIMO SEÑOR DON CARLOS REGGIO [...]. (1772)



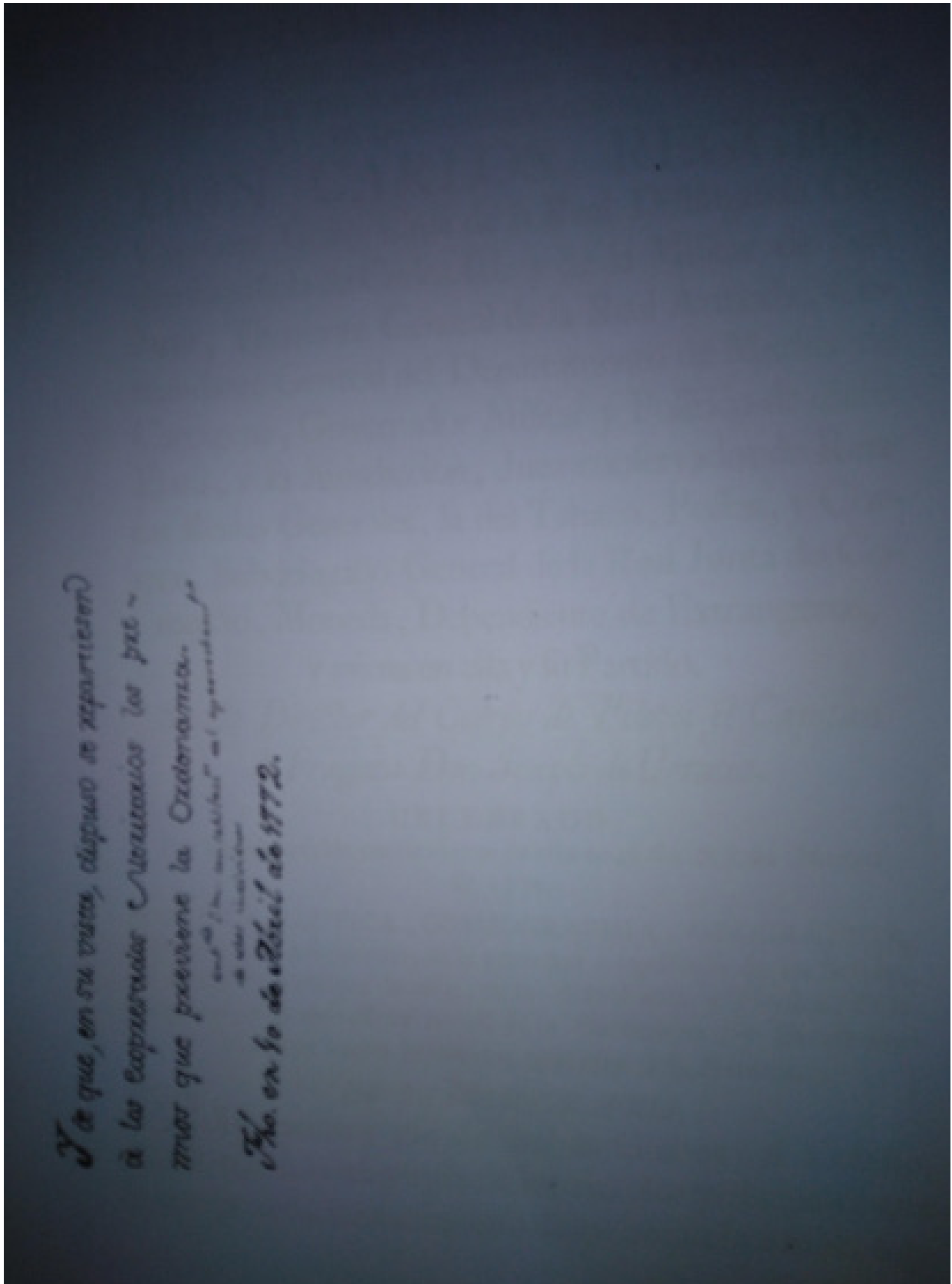
Ms. Bibl. 72. tomo 7.

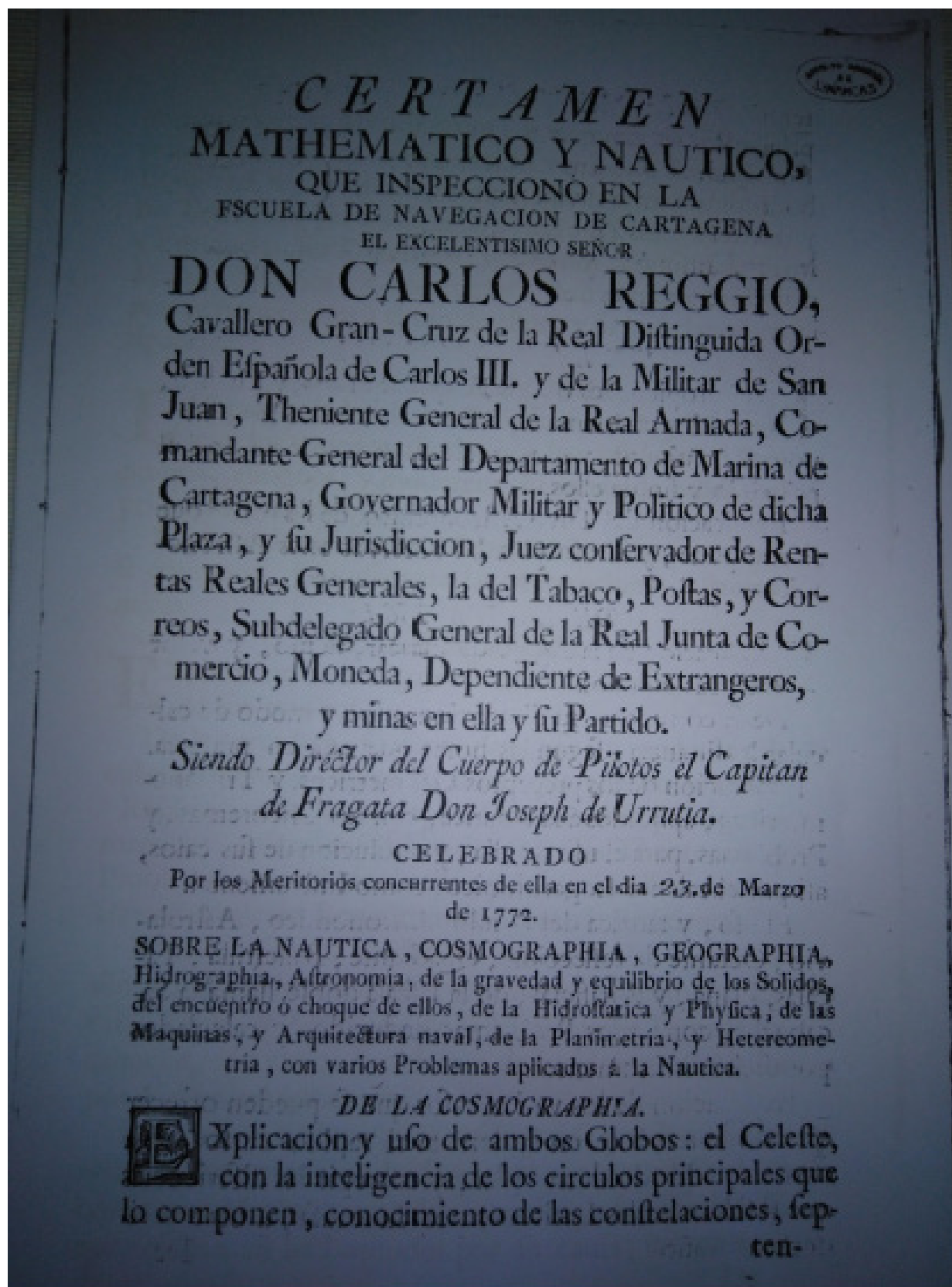
Cartagena 24 de setiembre

1772.

El Comandante general D. Carlos Roggio

En cuenta de nueva inspeccionado conjuntamente  
 a Ordenanza la Escuela de Pilotos de aquel  
 Deparamento, y presentado con varios  
 Generales, Jefe de los Cuartos, y Oficiales  
 de Marina, y de su nombracion el Don-  
 men, en que se **Menciono** acreditacion  
 de su particular aplicacion y desempeño; lo  
 mismo de ciertos preparaciones de nauti-  
 ca, arqueria naval, mecanica, Ar-  
 tazonia y Ferreria, lo que incluye  
 impreso: cuyas visibiles abstrahamien-  
 tos son para del celo de D. Joseph de  
 Vitoria de Pilotos D. Joseph de Vitoria,  
 y de la inteligencia del Cónsul de la Escuela.







rentrionales , y Meridionales , y numero de Estrellas principales que las componen, su verdadera Latitud, y Longitud, segun las mas recientes observaciones del Globo Terraqueo : su division en partes, Climas , Reynos, y Provincias, sus Dominios , y Señoríos , division de sus Mares , Istmos , y continentes, con algunos Problemas pertenecientes à el uso de ellos , y su mas clara inteligencia.

*DE LA ASTRONOMIA.*

**L**AS propiedades de los Eclipses Solares, y Lunares, con los varios methodos que han usado los Astronomos , antiguos , y modernos. El modo de hallar , el principio y fin de ellos.

Explicacion del Tuvo Astronomico, de las partes que se compone , y su uso para las observaciones Astronomicas.

*DE LA NAUTICA.*

**E**xplicacion de la Aguja de marear, su uso , y valor de sus rumbos.

De la corredera , su dimencion, uso , y modo de calcular la distancia , segun las horas que està en práctica.

Explicacion de los preceptos Geometricos, y Trigonometricos , aplicados à la Nautica, con sus Theoremas , y Problemas, para el uso de ella , y resolucion de sus casos, así por el calculo Logarithmico, como Instrumental.

El uso , y fabrica del Anulo Astronomico , Astrolavio , Octante de reflexion , Quadrante , Ballestilla , Escalas, Plana , y Artificial , de la Escala doble llamada Sacabuche, con varios Problemas deducidos y calculados por dichos instrumentos.

Explicacion de los varios casos que se pueden ofrecer quando interviene en la derrota el rapido curso de la corriente. Modo de arreglar , y corregir las diferencias que resultan en las Latitudes por su causa, ù otro accidente extraño

De

De la Aguja Arimutal, su uso, y aplicación para hallar la variación de la Aguja, así por las amplitudes, como por el Azimuth del Sol, á qualquiera hora del día, y por este, y la altura del Sol sobre el horizonte hallar la dicha variación por modo mas ajustado que el de las amplitudes, con algunos problemas para la mejor y mas clara inteligencia.

Modo de aparejar un Navio, segun la practica de oy en los Arsenales, con el modo de maniobrar en la Mar.

### DE LA ARQUITECTURA NAVAL.

**M**odo de constraír, y trazar las tres principales piezas que se sientan en la Quilla, que son la Barena maestra, las dos Copas, ò Galibos de las dos extremidades de la Quilla, como asimismo las intermediales á ellas hasta cerrar la Curva.

### DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

1.<sup>o</sup> De su movimiento *sin elasticidad.*

**D**el encuentro, ò conflicto de ellos quando están en una misma ò opuesta dirección, y las velocidades resultantes despues de dichos encuentros.

2.<sup>o</sup> Del ascenso y descenso de ellos por los planos inclinados, con las fuerzas necesarias para su Equilibrio, con varios Problemas, y calculos necesarios para el conocimiento de ellas.

3.<sup>o</sup> Del descenso natural de estos cuerpos, presindiendo de la resistencia de enmedio.

Del aumento de sus velocidades, y espacios corridos por dichos cuerpos en tiempos iguales.

4.<sup>o</sup> Del Ascenso de ellos, su proporción decreciente, y espacios correspondientes á la retardación de ellos con varios Problemas que los ilustren.

DE

*DE LA HIDROSTATICA Y PHYSICA.*

**D**E la gravedad y equilibrio de los liquidos, comunicantes de partes omoheneas, así en Basos comunicantes, como no comunicantes.

De la gravedad, y equilibrio de los solidos dentro de los liquidos con sus leyes, y algunos Problemas que faciliten la inteligencia.

*DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS POR medio de las Maquinas.*

**D**E la Palanca, sus especies y uso, modo de calcular las fuerzas que obran por ella, según las varias distancias del punto de apoyo, con varios Problemas aplicados al uso mecanico de Peso y Romana.

Hallar la fuerza que se necesita para el equilibrio de los maderos, ò qualquier otro cuerpo grave.

*DE LA PROYECCION DE LOS CUERPOS.*

**L**AS leyes de su proyectura aplicadas al arte tormentaria.

Descripcion de la Parabola resultante por el impetu adquirido en el asenso, y descenso, con algunos Problemas que indiquen las varias distancias, ò mayores alcances nacidos de la diversidad de angulos de proyeccion.

*DE LA PLANIMETRIA.*

**L**AS leyes para la dimencion de todas las figuras planas, regulares è irregulares, con varios Problemas.

*DE LA ETHEREOMETRIA.*

**L**AS leyes de la dimencion de los solidos regulares, y sus superficies, proporcion entre las Esferas, Cilindros, Conos, Inscriptos, y Circunscriptos.

Pedro Alonso . . . . . { De la Planimetría, y Geome-  
 tría.

Nicolás Desimpueso . . . . . { La Cosmografía, su uso, y me-  
 todo de medirlos.

Agustín Desimpueso . . . . . { La Alfabetica de Medir, su di-  
 visión, y valor de sus <sup>partes</sup>

Juan Dimen <sup>2</sup> Larraso . . . . . { Del movim<sup>to</sup> y Encuentro de  
 los cuerpos sin elasticidad

Bernardino S. Juan . . . . . { El uso de la Alfabetica de  
 Medir, Anulo Astronomico,  
 y Anolabio.

Joseph Ant.<sup>o</sup> Saxos . . . . . { Dar Definición de la Mate-  
 mática, y partirla en que  
 se divide con ochenta <sup>o</sup> pro-  
 porciones de Geomet. Elemen-  
 tal.

Jph. Masas . . . . . { Uso de las Escalas aplica-  
 das a la Naveg.

Jph. Luciano Diaz . . . . . { Del equilibrio de los líquidos

Denis Malvaria . . . . . { De las Maquinas, y Motos  
 para el movim<sup>to</sup> de los  
 cuerpos pesados.

Cartagena 23. de Marzo de 1772.

Jph. de Sauter

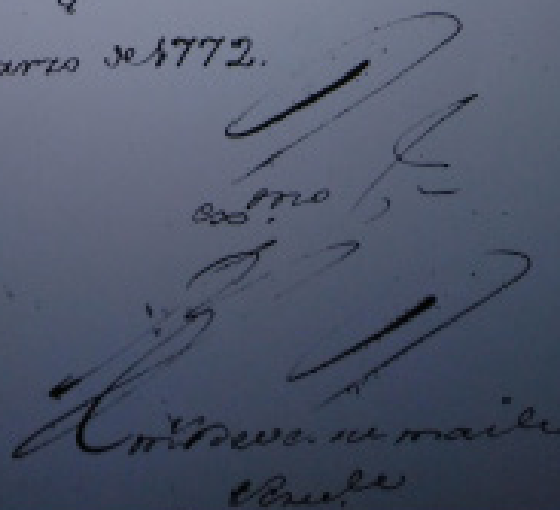
Como S.

Mui señor mio. Haviendo señalado con arreglo al art. 11. del tit. 1.º tras. 4.º de las Ordenanzas de la Armada, la manéncia de ayer para inspeccionar la Escuela de Pilotos, concurri a ella acompañado del Mariscal de Campo D. Francisco Llovera, del Jefe de Escuadra Alargues de Casatilly, Jefes de los Cuerpos, y demas Oficiales asi de Marina como de esta Cuarnicion, y con singulares complacencia mia y de todo el numeroso respetable concurso manifestaron su particular aplicacion y desempeño lo diez y seis Mexicanos que expresava la adfianza Noticia, explicando con el mayor desembarazo y pruebas de posesion varias de las proposiciones de Nautica, Arquitectura Naval, Mecanica, Cosmographia, Astronomia, Ethereometria, y Geometria, que permitio el tiempo desde las 9. hasta las 12. y expresad el Impreso, que igualmente acompaño a V. E., cuyos visibles adelancamientos aun que producidos de la aplicacion, e ineligenia del

Maestros de dicha Escuela, son tambien efecto del  
celoso esmero del Capitan de Fragua y Director de  
Pilotos D.<sup>o</sup> Joseph Ventura, que lo tiene tan acreditado  
en el desempeño de su Comision, a quien he  
mandado para mayor fomento a la aplicacion de  
los demas Discipulos, reparada con la proporcion que  
le he prevenido los Premios, que prescribe el mismo  
art.<sup>o</sup>, y que tanto merecen unos Jovenes que son  
mas auxilio que el de sus Padres se dedican  
eficazmente a una Ciencia tan interesante al R.  
servicio: Lo que pongo en noticia de V.E. por si que  
la elevarlo a la soberana comprension.

Muy atento Señor que a V.E. m. a. como deseo.

Castagena 24. de Marzo de 1772.

  
Antonio de Ulloa  
Cruce

He enterado al Rey de quanto expresa V.E. en  
carta de 24 del pasado, acompañando en Caern-  
plan impreso del Certamen Mathematico que, el día  
ante, celebraron los 46 Meritorios de la Escuela de  
Navegacion de ese Departamento; y S.M. ha man-  
ifestado satisfaccion del aprovechamiento de estos In-  
dividuos: lo que participo a V.E. en respuesta  
Dios G. N. Madrid 40 de Abril de 1772.

+ Don Jn. Carlos Reppio

2. CERTAMEN MATHEMATICO-NAUTICO EN QUE LOS CURSANTES DE LA ESCUELA DE NAUTICA ESTABLECIDA CON PERMISO DE S.M. EN BARCELONA, [...] (1773).

13-425151  
**CERTAMEN**  
MATHEMATICO-NAUTICO,  
EN QUE  
**LOS CURSANTES**  
DE LA  
**ESCUELA DE NAUTICA,**  
*ESTABLECIDA*  
CON PERMISO DE S. M. EN BARCELONA,  
*Bajo la direccion, y à expensas*  
DE LA  
**REAL JUNTA DE COMERCIO**  
DE ESTE PRINCIPADO,  
harán pública demostracion de sus adelantamientos  
en la Cosmografía, Astronomía, Geografía,  
Operaciones del Globo Celeste, y Terrestre,  
Geometría, Trigonometría Plana, y Esférica,  
Navegacion, y Maniobra  
de los Navíos,  
*Siendo Profesor de dicha Escuela*  
DON SINIBALDO MAS, PRIMER PILOTO DE ALTURA  
de qualquier Navío.  
*Se celebrará este Certamen en la Real Casa Lonja*  
*de esta Ciudad en los dias 21 y 22 Junio*  
*de 1773.*

---

CON LICENCIA. En Barcelona: Por FRANCISCO SURIÁ, y BURGADA,  
Impresor de la misma REAL JUNTA DE COMERCIO.



**LOS CURSANTES**  
**EN LA ESCUELA NAUTICA**  
**DE BARCELONA,**

que formarán el presente Certamen,

son :

JOSEF ANTONIO COT, *Natural de Mataró.*

PABLO CARBONELL, *de Sitjes.*

JOSEF OLLÉ, *de Arens.*

JUAN ~~CLAISELL~~, *de Cant Puig de Sitges*

JOSEF VILA, *de Tarrassa.*

JUAN BARALS, *de Malgrát.*

FRANCISCO ESCARDÓ, *de Barcelona.*

PEDRO VILA, *de Arens.*

JOSEF NUNELL, *de Barcelona.*



## COSMOGRAFIA.



SIENDO el conocimiento de la Esfera, tanto Celeste, como Terrestre, la base de la Nautica, darán razon los Cursantes de esta Escuela de las partes de las Esferas, explicando las propiedades de los seis Circulos Maximos: Horizonte, Meridiano, Equinoccial, Ecliptica, Colúro de los Equinoccios, y Colúro de los Solsticios; y de los quatro Menores: Tropico de Cancer, Tropico de Capricornio, Circulo Polár Arctico, y Circulo Polár Antartico. Manifestarán las partes de la Astronomía que miden, y terminan dichos Circulos. Señalarán los Polos. Declararán los doce Signos del Zodiaco. Explicarán sus divisiones, y la causa de los Eclipses de Sol, y de Luna.

## ASTRONOMIA, Y OPERACIONES DEL GLOBO CELESTE.

Declararán los Circulos Principales que se consideran en la Esfera Celeste para el uso de la Astronomía, y de la Nautica, como son Verticales, Almucantaraths, de  
A De-

2

Depresion , de Declinacion , Horarios , de Latitud , de Distancia , y de Posicion ; como tambien los Angulos que forman , y sus medidas , que son de Posicion , Azimutal , Horario , y de la Maxima Declinacion . Darán la explicacion de la Latitud , y Longitud de los Astros , de su Declinacion , Amplitud , Alturas , Azimuth , Ascension recta , y obliqua , Diferencia Ascensional , y hora del dia . Explicarán las 82. Constelaciones , ò Juntas de estrellas , en que los Astronomos modernos han dividido el Firmamento , declarando el nombre de cada Constelacion , y el numero de estrellas que la componen .

Obrarán despues en el Globo Celeste , y resolverán por medio de sus operaciones los Problemas de que fueren preguntados pertenecientes à la Esfera Celeste , y en especial los siguientes .

*En Barcelona ( ò en qualquiera otra Plaza ) en el dia , y hora que se pidiere , qual es la altura que tiene sobre el Horizonte la estrella que se señalaré ? Su Azimuth , la Ascension recta , su Declinacion , y la Altura meridiana ? Qual es su Amplitud ? La hora en que saldrá , y se pondrá en aquel dia ? Qual su Ascension obliqua , y finalmente su Descension ? Declararán tambien la Latitud , y Longitud de qualquiera estrella . Respeto de*  
la

Já misma Ciudad de Barcelona, ù de qual-<sup>3</sup>  
quier otra Plaza que se nombráre, se resol-  
verá el siguiente Problema.

*Dada la latitud, hora de la noche, y nombre  
de la estrella, qué dia esta llegará al Meridiano  
de la tal Plaza à la hora propuesta?*

## GEOGRAFIA,

Y OPERACIONES DEL GLOBO TERRESTRE.

**E**N la Geografia darán la division de las Zonas, y de los Climas, con la diferencia de propios, è improprios, dando razon de las propiedades de unos, y otros. Distinguirán los habitantes de la tierra con sus definiciones respectivas en Antipodas, Antécos, y Periecos. Dividirán el Globo Terraqueo en Continente Antigo, y Nuevo; y subdividirán el primero en Europa, Asia, y Africa: señalarán al segundo la America dividida en Septentrional, y Meridional. Darán la explicacion de cada una de estas quatro partes del Mundo, describiendo sus Reynos, Capitales, Mares, è Islas.

Obrarán despues en el Globo Terrestre, resolviendo por medio de las operaciones en él los Problemas que se les propongan pertenecientes à la Esfera, y en espe-

A 2

cial

4  
cial los siguientes por mui conducentes à la Nautica.

*Dada la latitud de un lugar , dia del mes , y la hora del dia , hallar todos los lugares que tendrán el Sol en su Zenith , los que tendrán la hora dada , aquellos para los que saldrá , y se pondrá el Sol , los que tendrán el Sol en igual altura en que ellos están constituidos , y los que le tendrán debajo del Horizonte igual à su circulo de depresion , todo en un mismo tiempo. Y para mayor inteligencia, è individuacion , se resolverá el expresado Problema respeto de Barcelona ( ù de qualquier otra Plaza ) en el dia , y hora que se señaláre.*

*Otro: Dada la latitud de un lugar de la Zona fria del Norte , hallar los dias que este lugar tendrá el Sol sobre el Horizonte , sin ocultarse ; los dias en que estará siempre debajo ; y los dias en que saldrá , y se pondrá.*

## GEOMETRIA, Y TRIGONOMETRIA PLANA, Y ESFERICA.

**P**Ara manifestar estos Certantes sus adelantamientos en la Geometría, y Trigonometría en todo lo que ellas tienen de conducente para la Nautica, demostrarán todas las Proposiciones de Euclides que citarán en la  
de-

5

demostración de los Theoremas de la Trigonometría Plana siguientes.

I. *En qualquier Triangulo son proporcionales los lados con los senos de sus angulos opuestos.*

II. *En qualquier Triangulo la suma de los dos lados tiene la misma razon à la diferencia de ellos mismos, que la Tangente de la semisuma de los angulos opuestos à la Tangente de la semidiferencia de ellos mismos.*

III. *En qualquier Triangulo Escaleno la base tiene la misma razon à la suma de los otros dos lados, que la diferencia de ellos mismos à la diferencia de los segmentos que hace la perpendicular tirada del vertice à la base.*

Demostrarán tambien los siguientes Theoremas de la Trigonometría Esférica.

I. *En los Triangulos esfericos Rectangulos, son proporcionales los senos de las Hipotenusas con los senos de los Perpendiculos.*

II. *En los Triangulos esfericos Rectangulos son proporcionales los senos de las bases con las Tangentes de los Perpendiculos.*

## NAVEGACION.

**L**A dilatada ciencia de la Navegacion comprende quatro partes, ò Terminos, que son el de la Latitud, el de la Longitud, el del

## 6

del Rumbo , y de la Distancia. Para proceder metodicamente , declararán estos Certantes cada una de estas partes, ò Terminos por sí. Y empezando por la Latitud, dirán qué cosa es Latitud de un lugar, ò del lugar en que se halla un Navío? Qué cosa es la diferencia de Latitud entre dos lugares, ò Navíos? Y como la observacion del Sol, ò de las estrellas, y su declinacion en qualquier dia, sea el medio para averiguar la Latitud de algun lugar, mediante las reglas que se darán, segun las especies de la declinacion, y distancia del Sol del Zenith, que proceda de la sombra que hace el Sol al cuerpo del Observador; explicarán esta observacion del Sol, y de las estrellas, declarando los Instrumentos que para hacerla se han inventado, como son Astrolabio, Anulo Astronomico, Quadrante de Pendula, Ballestilla, Quadrante de dos arcos, y Octante de refraccion. Però como estos dos ultimos sean los mas ventajosos, y acomodados para hallar la Latitud en el Mar, solo de ellos darán una exâcta descripcion, manifestando las partes de que se componen, y haciendo ver su uso. No obstante bien sabido es, que las distancias que resultan de la observacion por los Instrumentos no son justificadas astronomicamente,

7

te, por razon de los quatro defectos, à que está sujeta esta observacion. El primero es el que proviene de la elevacion del Observador sobre la superficie del Globo: el segundo la refraccion de los rayos de la luz, ocasionada de la densidad de la Athmosféra, que, según las leyes de la Dioptrica, debe torcer el rayo ácia la perpendicular, y hacer que el Astro parezca mas elevado de lo que en realidad lo está: el tercer defecto es el del Semidiametro aparente del Sol, mayor en el Perigéo, que en el Apogéo: y el quarto el de la Declinacion del Sol. Demostrarán pues el modo de corregir estos quatro defectos, de manera que la observacion quede exâctamente justificada.

En el segundo Termino de la Navegacion, que es la Longitud, explicarán qué cosa es la Longitud de algun lugar, ò del lugar en que se halla un Navío? Y qué cosa es la diferencia de Longitud entre dos lugares, ò Navíos? Insinuarán el modo con que se debe obrar en el Mar, para hallar la correspondiente al Globo Terraqueo; pues hasta el presente no se ha inventado Instrumento ap-to, ni modo exâcto para hallarla por observacion en el Mar.

En el Termino tercero de la Navegacion,  
de-



## 8

declararán qué cosa es Rumbo? Y siendo la Aguja de marear, ò Compás Nautico, el que demuestra el Rumbo, explicarán los treinta y dos vientos principales. Darán satisfacion à las siguientes preguntas: *A qué Rumbo caminará el Navío para andar por Círculo Máximo? Navegando Leste Oeste fuera del principio de la latitud, por donde caminará? Y navegando por los demás Rumbos, qué línea seguirá?* Añadirán la demostracion de sus respuestas. Però como el Rumbo esté sujeto à algunos defectos, que son la variacion de la Aguja, Abatimiento, Corrientes, y Guiñadas de los Timoneles; declararán en que consiste esta variacion Magnetica de la Aguja, y todos los modos de que se usa en el Mar para hallarla, los que demostrarán geometricamente, determinando la cantidad de grados, y la especie de la variacion, con reglas generales. Insinuarán tambien el modo de corregir los otros defectos à que está expuesto el rumbo.

En el quarto Terminó, que es la Distancia navegada, explicarán el modo de averiguarla por medio de la Corredera. Manifestarán como debe arreglarse esta Corredera para medir la distancia; y harán ver el modo con que se usa de ella en el Mar. Despues explicarán como deben arreglarse las Ampollitas  
para

9  
para ponerlas en 30. Segundos de tiempo, ù  
en los que se quisiere.

Y valiendose la Trigonometría Nautica de diferentes Instrumentos para la resolución de los Problemas, como son Quadrante de reducción, Canon, y Numeros Logarithmos, Canon Mathematico, ò Natural, Pantometra, Escala Plana, y Artificial, y Sacabuches, ò Escala doble; darán estos Certantes la explicacion de la Escala de Gunter Plana, y de la Artificial; pues son los dos Instrumentos que hacen ventaja à todos los otros por la brevedad con que en ellos se egecutan las operaciones: explicarán el numero de líneas proporcionales de que están compuestas, y el oficio que hacen en la Arithmetica, Geometría, y Trigonometría Plana, y Esferica.

Para manifestar mas claramente la aplicación de los Theoremas demostrados, y de los preceptos generales de la Nautica à la práctica, y corregir con el mayor acierto las derrotas, no obstante de intervenir algunas veces el rápido curso de las corrientes, resolverán los siguientes Problemas, y los demás que se ofrecieren aplicados à la Navegacion, como tambien los Astronomicos fundados en los dos Theoremas de la Trigonometría Esferica, que quedan demostrados.

Salió

10

Salió un Piloto de la latitud de  $38^{\circ} 20'$  Norte, y de la longitud de  $358^{\circ} 50'$ : navegó por angulo de  $64^{\circ}$  en el Quadrante primero 90. millas de distancia, al tiempo que la corriente lo tiraba al  $SE \frac{1}{4} S$ , y habiendo observado el Sol, halló 25. millas de diferencia de latitud observada al Sur. Se pide Rumbo, y Distancia corregida, Diferencia de latitud en minutos, y en partes meridionales, Apartamiento de meridiano, diferencia de longitud, y la latitud, y longitud llegada?

Tres Navíos salieron de un Puerto comisionados para ir à tres Puertos, que estaban arrumbados  $L \frac{1}{4} NE$ ,  $O \frac{1}{4} SO$ . El primero navegó 80. millas de distancia por angulo de  $20^{\circ}$  en el Quadrante tercero: el segundo, y tercero navegaron en el segundo Quadrante, formando entre los dos un angulo de  $30^{\circ}$ : llegaron à los Puertos de su destino, cuya distancia era de 50. millas. Se piden los angulos de rumbos, y distancias que hicieron el segundo, y el tercero; la distancia entre el Puerto primero, y tercero; y la distancia del Puerto primero al segundo.

Dada la latitud de un lugar, y la declinacion del Sol en qualquier dia, hallar su Amplitud, Diferencia Ascensional, la hora de salir, y ponerse, la duracion del dia, y de la noche.

MA-

## MANIOBRA

### DE LOS NAVIOS.

**D**irigiendose toda la theorica de la Nautica à la acertada direccion de los Vasos, ò Navíos de unos Puertos à otros por la superficie del agua; y dependiendo el acierto de la derrota del modo de maniobrar en el Navío, segun los vários impulsos del viento; darán estos Certantes satisfacion à esta parte, obrando en el Navío, y respondiendo à lo siguiente.

Explicarán como se deben largar, y marear las velas de cruz de un Navío. Qué es lo que se debe egecutar si se han de marear las Mayores con vientos bonancibles que sean de bolina, ò largos? Y si los vientos fuesen frescos, qué es lo que debe hacerse? Però como con vientos en popa, y recios no deba usarse de la Mayor por el mal gobierno que ocasiona; antes bien el Trinquete sea mui usual corriendo en malos tiempos; explicarán de que modo debe marearse. Darán razon de las precauciones que se deben tomar corriendo con el Trinquete solo en malos tiempos, paraque no suceda alguna desgracia: de como se deben marear, è izar las tres Gabias con vientos frescos, à fin de no  
ri-

*Certamen Matemático = anexo a R-423.161*

Habiendo el primer piloto de altura de la carrera de Indias y Alférez graduado de fragata de la Real Armada, D. Carlos Maristany, renunciado el destino de maestro de la escuela náutica de la Real Junta de comercio de Cataluña, en que substituía á D. Manuel Sans, jubilado por su edad y achaques; ha acordado la misma proceder á oposiciones con arreglo al plan aprobado en reales órdenes de 3 de setiembre de 1818, 16 de abril de 1819 y 7 de enero de 1820 para la provision de aquella cátedra; y lo hace notorio, para que los que aspiren á ella, y reunan las condiciones necesarias, se presenten en su Secretaría, sita en la Real casa Lonja, por sí ó por comisionado, dentro el término de dos meses contaderos del dia de la publicacion de este edicto. Empezarán las oposiciones el dia 10 de diciembre próximo, sea cual fuere el número de los aspirantes; y para gobierno se notan las obligaciones, sueldo y ejercicios literarios.

### OBLIGACIONES.

Enseñar en la Real casa Lonja por el autor D. Gabriel Siscar, todos los dias del año no festivos, exceptuados los meses de julio, agosto y setiembre, con lecciones de dos horas por la mañana y de dos por la tarde. Deberá á mas sujetarse á las innovaciones que se determinen.

### SUELDO.

El sueldo anual es de reales vellon efectivos 12800; pero, con arreglo á Real órden de 3 de agosto de 1828, disfrutará solo de la tercera parte de él, hasta que por fallecimiento del maestro jubilado D. Manuel Sans, á quien estan concedidas las otras dos partes restantes, entre á gozar del total.

### EJERCICIOS LITERARIOS PARA LA OPOSICION.

1º El primer ejercicio consistirá en una leccion histórica de navegacion de media hora á tres cuartos de hora, que deberá componer el opositor en el término de 24 horas, sin comunicacion: para lo que se le facilitarán los libros é instrumentos que pidiese. Sobre dicha leccion responderá, por el espacio de media hora á lo mas, y al ménos de un cuarto de hora, á cada uno de los contrincantes, á todas las obgecciones que estos les hicieren acerca aquella leccion.

2º El segundo ejercicio será un exámen sobre la navegacion teórica y práctica, construccion de cartas esféricas, ó de grados crecidos, manifestando en la pizarra los cálculos que haya de practicar, y sobre las maniobras navales, en todo lo que deberá satisfacer á cada uno de los dos contrincantes por el espacio de una hora á una hora y cuarto.

3º El tercer ejercicio consistirá en preguntar los dos contrincantes al opositor, por espacio de una hora y cuarto á lo mas cada uno, sobre la aritmética, geometría especulativa y práctica, trigonometría plana y esférica, cosmografía y navegacion del curso elemental de D. Gabriel Siscar; asi como manifestar el uso de los instrumentos de reflexion y modo de levantar planos, haciendo uso del grafómetro, plancheta, cadenilla, aguja y corredera.

En el caso de tener que practicarse algun cálculo de noche, podrán nombrarse dos adjuntos para que lo presencien.

Se examinará asi mismo el opositor y satisfará á las preguntas que le hicieren sobre alguna maniobra naval que demostrará en el navío de la escuela, en aquello que permita.

La Junta tendrá censores para graduar el mérito de los opositores; y en el caso de haber solo un opositor, serán ellos los que harán las veces de contrincantes. Barcelona 7 de octubre de 1834. = Felipe Igual. = Juan Illas y Ferrer. = José de Miró. = Pablo Felix Gassó, *Secretario*.

12

rifar la vela, no retardar la faena, y evitar confusiones: y finalmente de que manera se han de cazar, y marear los Juanetes? Y pasando despues à la Mesana, y velas de Estay, declararán el modo de largarlas, y marearlas. Dirán en donde se amuran el Foque, y Contrafoque, la vela de Estay mayor, la vela de Estay de Gabia, el Volante, el Periquito, la vela de Estay de Mesana, y la vela de Estay de Sobre-Mesana: en que parte se envergan las velas de Estay; y en donde deben afirmarse las Drisas, las Cargaderas, las Escotas, y las Amuras. En quanto à las Alas, y Restadéras, dirán el modo con que deben largarse, finalizando su explicacion con insinuar el modo de izar las Restadéras de Trinquete; pues con estas operaciones quedará concluida la faena, y declarado el modo de largar, y marear en todos tiempos todas las velas de un Navío.

**3. EJERCICIOS LITERARIOS DE LOS ALUMNOS DEL REAL COLEGIO  
DE SAN TELMO DE SEVILLA [...]. (1793)**

Exercicios literarios de los  
alumnos del Real Colegio de San  
Telmo de Sevilla, que principaran  
el dia 25 de Febrerode este año  
de 1793 con asistencia de sus  
catedraticos y maestros, y  
presididos por el señor Inspector  
de ellos elGefe de Esquadra y  
Comandante del Cuerpo de  
Pilotos de la Real Armada D.  
Francisco Xavier de Winthuysen,  
y del director Don Antonio Ramos,  
Presbitero

A 110/041(07)





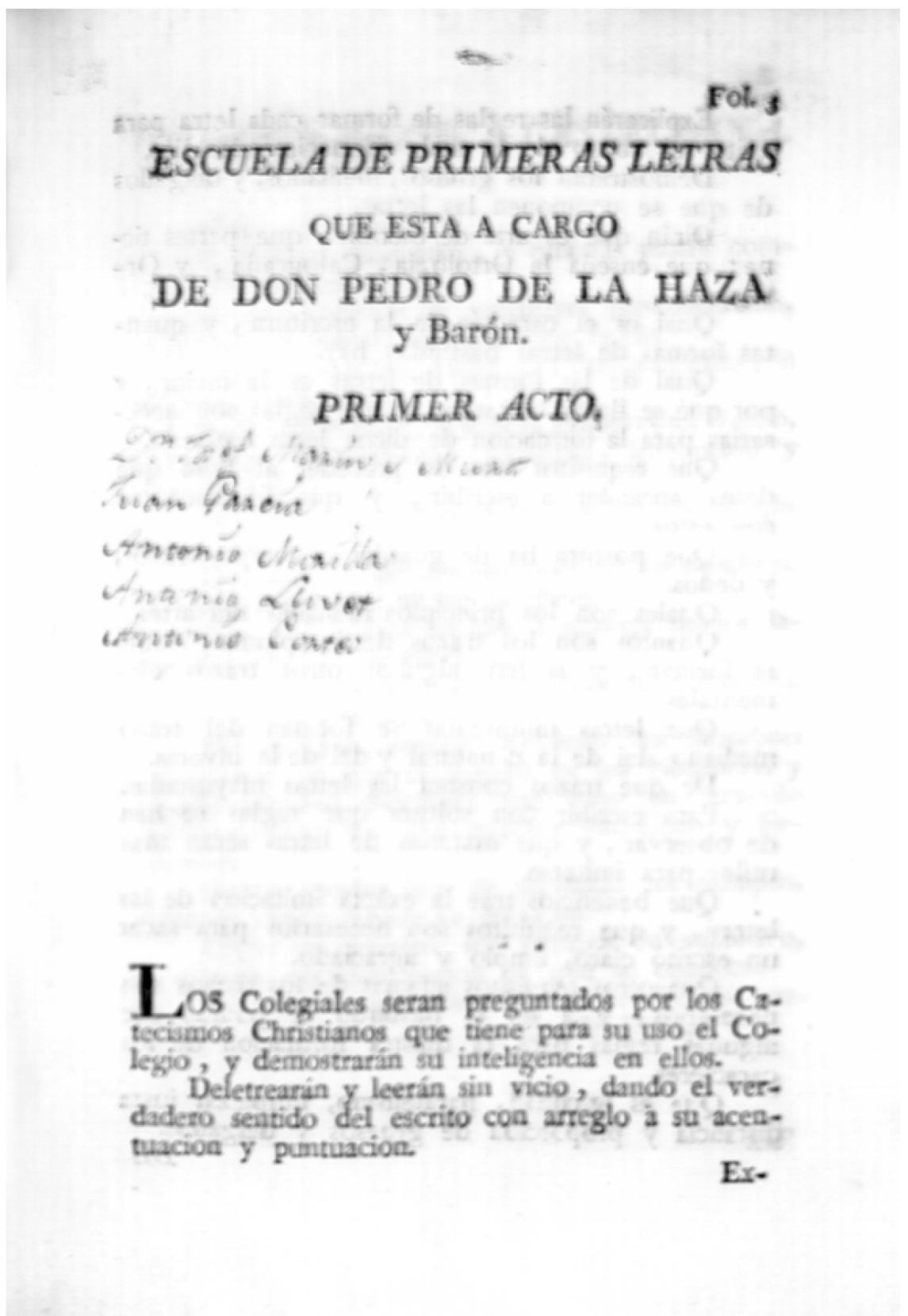
7

✠

**EXERCICIOS LITERARIOS**  
DE LOS ALUMNOS  
**DEL REAL COLEGIO**  
**DE SAN TELMO**  
DE SEVILLA,  
QUE PRINCIPIARAN EL DIA 25.  
de Febrero de este año  
de 1793.  
CON ASISTENCIA DE SUS CATEDRATICOS  
Y MAESTROS,  
Y PRESIDIDOS POR EL SEÑOR  
Inspector de ellos el Gefe de Esquadra  
y Comandante del Cuerpo de Pilotos de  
la Real Armada D. FRANCISCO XAVIER  
DE WINTHUYSEN,  
Y DEL DIRECTOR DON ANTONIO  
RAMOS , Presbitero.

■

CON LICENCIA EN SEVILLA  
EN LA IMPRENTA DE VAZQUEZ, E HIDALGO.



4 Explicarán las reglas de formar cada letra para evitar el abuso de la mala formación de ellas.

Demostrarán los gruesos, medianos, y delgados de que se componen las letras.

Darán qué es arte de escribir, que partes tiene; que enseña la Ortología, Calografía, y Ortografía.

Qual es el carácter de la escritura, y quantas formas de letras bastardas hay.

Qual de las formas de letras es la mejor, y por qué se llama bastarda, y que reglas son necesarias para la formación de dicha letra bastarda.

Que requisitos han de preceder al niño que desea aprender à escribir, y que fundamentos son estos.

Que postura ha de guardar el cuerpo, brazos, y dedos.

Quales son los principios radicales del arte.

Quantos son los trazos de la pluma, como se forman, y si hay algunos otros trazos elementales.

Que letras minúsculas se forman del trazo mediano del de la c. natural y del de la inversa.

De que trazos constan las letras mayúsculas.

Para escribir con soltura que reglas se han de observar, y que materias de letras seran mas utiles para imitarse.

Que beneficios trae la exácta imitacion de las letras, y que requisitos son necesarios para sacar un escrito claro, limpio y agraciado.

Que otros requisitos ademas de los dichos son necesarios, y si en el bastardo se podran dar algunas reglas para la diestra formación de los caracteres.

Que es igualdad, paralelismo, limpieza, justa distancia y proporción de gruesos y delgados.

DE

## DE LA GRAMATICA CASTELLANA.

**Q**UE es Gramatica, y quantas partes comprehende.

En que consiste la verdadera pronunciacion, y si esto se puede aprender por reglas.

Quantas son las partes del razonamiento, y oracion Gramatica.

Que es Articulo, Nombre, Pronombre, Verbo, Participio, Preposicion, Adverbio, Interjecion y Conjunction.

De quantas maneras es el Nombre, y en que se divide.

Quantas son las declinaciones de los nombres, y que es numero en los nombres.

Que oficio tiene el que à manera de los latinos llamamos Nominativo.

De que sirve el Genitivo, Dativo, Actusativo, Vocativo, y Ablativo.

De quantas maneras terminan los Nombres castellanos, y que es genero en los Nombres, y si hay algunos Nombres que baxo un Articulo comprehendan los dos generos Masculino y Femenino.

Quantos modos hay de significar los tiempos, quantos son y como se conocen.

Como se conocen los tiempos en sujuntivo, y quando significa pasion en que se conocen.

Quantas conjugaciones hay en los Verbos castellanos, y si hay otra especie de Verbos.

DF

6

## DE LA SINTAXIS.

**Q**UE es Sintaxis, y de quantas maneras es.

La Sintaxis Intransitiva de quantas maneras puede ser, y en que consiste la concordancia y conformidad de partes de la oracion.

Qual es el orden que guardan en la composicion las partes de la oracion, y en que consiste las figuras de la Sintaxis por la que se llama figurada.

Que es Pleonasmio, Enalage, Eclipsis, Zeugma, Sylepsis, Prolepsis, Arcaismo, Hiperbaton, Parentesis y Metaplasmo.

De que vicios se deben huir en el razonamiento à oracion.

Que es Barbarismo, Solecismo, Amphibologia, y Cacofonia.

## DE LA PROSODIA.

**Q**UE es Prosodia, y que son acentos.

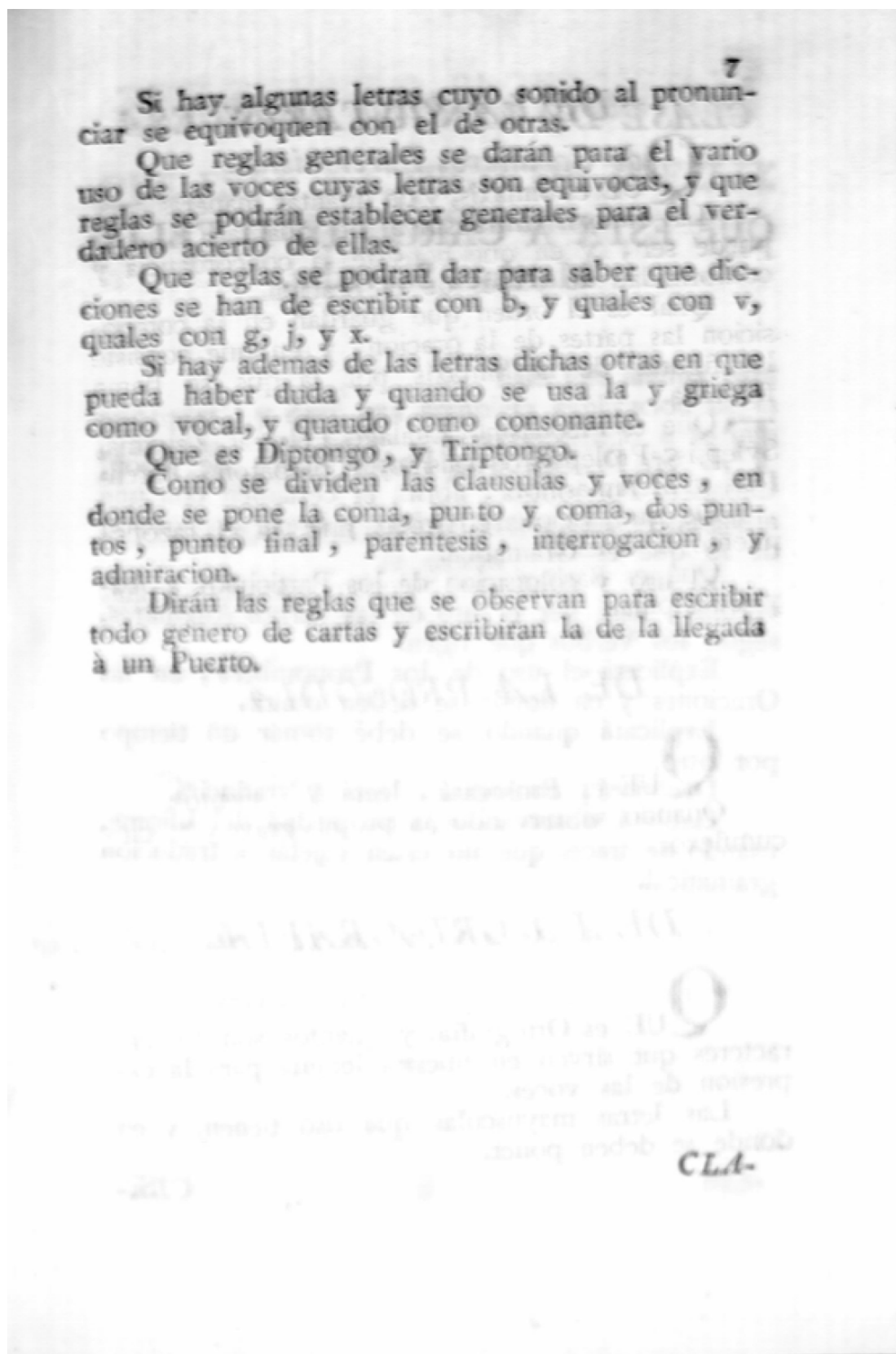
Quando se usa el agudo, el grave, y circumflexo.

## DE LA ORTOGRAFIA.

**Q**UE es Ortografia, y quantos son los caracteres que sirven en nuestra lengua para la expresion de las voces.

Las letras mayusculas que uso tienen, y en donde se deben poner.

Si



**CLASE DE LENGUA FRANCESA**  
*de Caballeros Porcionistas.*  
**QUE ESTA A CARGO DE D. FELIX**  
**Martinez Saavedra.**

**E**L Sr. D. Pedro de Porres Ponce de Leon, Caballero Porcionista, abrirá el certamen con una arenga, y dará una completa y breve explicacion de lo que es Gramatica.

El uso y colocacion de los Participios y Adverbios, hará ver el uso de las Verbos Auxiliares, según los Verbos que rigen.

Explicará el uso de los Pronombres, en las Oraciones y en donde se deben omitir.

Explicará quando se debe tomar un tiempo por otro.

Declinará, conjugará, leerá y traducirá.

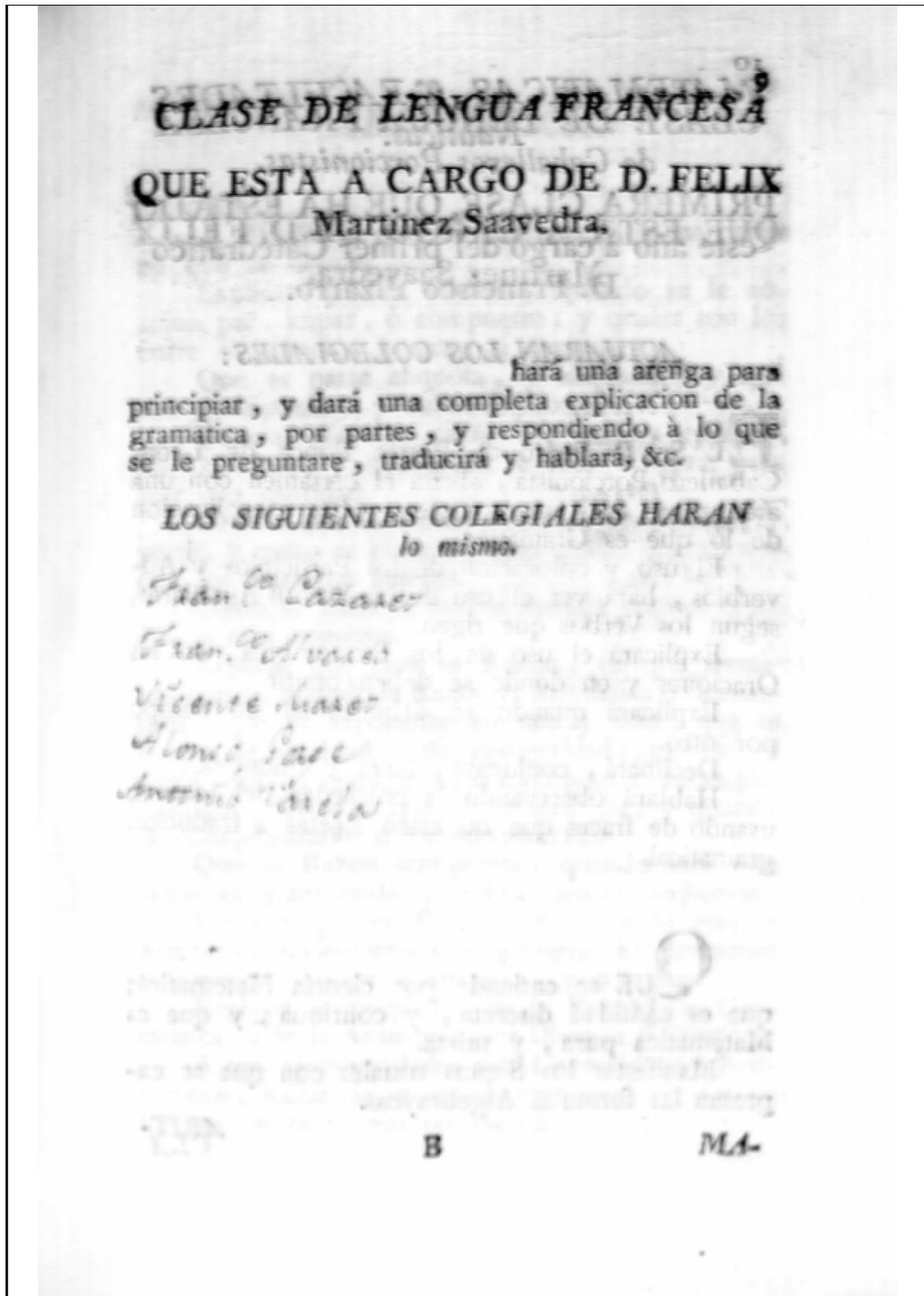
Hablará observando la propiedad del Idioma, usando de frases que no esten sujetas à traducion gramatical.

*En la hora de cada su parte uno caballero  
no le puede servir otra parte*

J.M.

e

CLA-





10  
**MATEMATICAS, Y FACULTADES**  
*Nauticas.*

**PRIMERA CLASE, QUE HA ESTADO**  
este año à cargo del primer Catedratico  
**D. Francisco Pizarro.**

**ACTUARAN LOS COLEGIALES:**

*Don Carlos*  
*Don Josef Estima*  
*Man. Velazco*  
*Franc. Calder*  
*Don Diaz*  
*Man. Varela*  
*Antonio Bernal*

**Q**UE se entiende por ciencia Matematica;  
que es cantidad discreta, y continua; y que es  
Matematica pura, y mixta.

Manifestar los Signos usuales con que se ex-  
presan las formulas Algebraycas.

**ARIT-**

## ARITMETICA.

**D**EFINIR que es Aritmetica, y las partes en que se divide.

Explicar que es numero, quando se le nomina par, impar, ò compuesto; y quales son los entre si primos, ò entre si compuestos.

Que es parte aliquota, y aliquanta; y que son multiples, y submultiples.

Quantas son las cifras con que se expresan los numeros; y que orden se debe observar para leer una cantidad.

Definir que es sumar, restar, multiplicar, y partir, y como se executan estas quatro operaciones con los numeros enteros.

Como se halla la mayor medida comun entre dos ò mas numeros.

Explicar que cosa es Razon, de que terminos consta, quando la Razon es Aritmetica ò Geometrica, que es exponente en una y otra; que es Razon de igualdad ò de desigualdad; quando es dupla, tripla, quadrupla, ò multipla; ò subdupla, subtripla, subquadrupla, ò submultipla; y quando es commensurable ò incommensurable.

Que es Razon compuesta, quando será esta duplicada y triplicada; y explicar sus consequencias.

Explicar que es Proporción; quando esta es Aritmetica ò Geometrica, y distinguir sus divisiones en Directa, Inversa, Discreta, y continua.

Explicar la propiedad de la Proporción Geometrica, ò de la Aritmetica, sea Discreta ò Continua.

A tres terminos dados sean Geometricos ò Aritmeticos, hallar un quarto proporcional; a dos un tercero, ò entre dos un medio.

Ex-

Explicar que es comparar los terminos de una proporcion Geometrica, Directamente, Alternando, Imbirtiendo, Componiendo, y Dividiendo, probando que en todos estos casos es siempre el producto de los terminos extremos igual al de los medios.

Explicar que es quebrado, como se nombran sus dos terminos, y que expresa cada uno; quando el quebrado es propio, ò impropio; que razon hay entre el quebrado y la unidad, respecto al Numerador con el Denominador.

Manifestar el modo de conocer quando dos quebrados son ò no iguales, ò qual es mayor; que razon guardan entre sí dos quebrados de iguales denominadores, ò de iguales numeradores; y en general, que los quebrados estan entre sí, en razon de los productos en cruz de los Numeradores, por los Denominadores, demostrandolo.

Demostrar que no muda un quebrado de valor, aunque se multipliquen ò partan sus dos terminos por una misma cantidad.

Explicar como se dupla, tripla, &c. ò se le saca mitad, tercia, &c. à un quebrado; ò como se reduce à su menor expresion.

Como se reducen los enteros en forma de quebrados; los quebrados impropios à enteros; y los enteros y quebrado, à la especie de su quebrado; y como se halla el valor de un quebrado conocido el del entero.

Como se reducen dos ò mas quebrados à un comun denominador, y que uso se hace de esta operacion.

Explicar como se executan las quatro operaciones Arithmeticas con los quebrados, ò con enteros y quebrados.

Como se reducen las especies superiores à inferiores, ò al contrario.

Ex-

Explicar que son numeros Denominados, <sup>13</sup> ó Complexós; y como se executan las operaciones de sumar, Restar, Multiplicar, ó Partir dichos numeros.

Que son fracciones Decimales, como se escriben, se leen las fracciones dichas, y como se reducen las fracciones comunes ó complexás à Decimales.

Como se executan las quatro operaciones Arithmetica con las Decimales.

Que es Potestad ó Potencia de una cantidad, quando es primera, segunda, tercera, &c. Potestad; que es raiz quadrada, cubica, &c. de una cantidad; y como se indican las Potestades y raices.

Explicar una formula general para extraher qualquier genero de raices; y aplicarla à la extraccion de la quadrada ó cubica de una cantidad; y no siendo raiz exácta, como se aproxima por decimales.

Extraher la raiz quadrada ó cubica de un quebrado.

Que es regla de tres ó de proporcion, como se divide; quando es simple ó compuesta; como se conoce si la proporcion es directa ó imbersa; y como se resuelve la simple ó compuesta sea directa ó imbersa.

Como se reducen las leguas Españolas à Francesas à Olandesas, y al contrario.

Dar la razon que hay entre el pie de Castilla con el de Paris ó Londres, y hacer la conversion de unos en otros.

Que es regla de compañia, en quantas especies se divide, y como se resuelven.

Explicar que es Progresion, y como se divide; quando es Arithmetica ó Geometrica; de que resultan-

14  
 tan; que es exponente de una Progresion; como se continúa una Progresion ascendente ò descendente, conocido el exponente.

Explicar la propiedad de una Progresion Arithmetica; y à que es igual la suma de todos sus terminos.

Explicar la propiedad de la Progresion Geometrica; y el modo ò regla que se tiene para colocar entre dos terminos de una Progresion Arithmetica ò Geometrica, el numero de medios proporcionales que se quieran.

## GEOMETRIA ELEMENTAL.

**Q**UE es Geometria; qual es su objeto, y en que partes se divide.

Una linea recta que cahe sobre otra ò hace angulos rectos ò iguales à dos rectos, y si dos lineas rectas se cortan, los angulos verticales son iguales.

Si una linea recta cortando otras dos, hace los angulos alternos iguales; ò el externo igual al interno opuesto de la misma parte; ò los dos internos de un mismo lado iguales à dos rectos; demostrar que en qualesquiera de estos casos las tales dos rectas son paralelas.

Que si à dos rectas paralelas, las corta otra, hará los angulos alternos iguales, el externo igual al interno opuesto del mismo lado, y los dos internos del mismo lado iguales à dos rectos.

Demostrar que dos Triangulos son totalmente iguales en qualesquiera de estos casos: 1. Si dos lados del uno fueren iguales à dos de otro, con los angulos comprehendidos iguales: 2. Si los tres  
 lados



16

Los Triangulos semejantes tienen duplicada razon de sus lados homologos.

En todo Paralelogramo los lados y angulos opuestos son iguales, y la diagonal le divide en dos triangulos iguales.

Los Paralelogramos que tienen una misma o iguales bases, y estan entre unas mismas paralelas, son iguales; y si un Paralelogramo tiene la misma base, y altura que un triangulo, aquel será duplo de este.

Los Paralelogramos iguales que tienen un angulo igual a un angulo, tienen reciprocos los lados que comprehenden iguales angulos; y los equiangulos tienen razon compuesta de los lados que forman iguales angulos; y si quatro rectas son proporcionales, el rectangulo de las extremas es igual al de las medias; pero si fueren tres continuas proporcionales, el rectangulo de las extremas es igual al quadrado de la media.

La linea recta que pasando por el centro de un circulo corta por medio otra recta que no pasa por el centro, hará con ella angulos rectos, y al contrario.

En qualquier circulo la mayor linea es el diametro, y la mas cercana al centro es mayor que la mas apartada.

Dos rectas que se cortan fuera del centro de un circulo, no será en dos partes iguales; pero el rectangulo hecho de los segmentos de la una, es igual al rectangulo de los segmentos de la otra.

La perpendicular tirada del extremo del diametro de un circulo cabe toda fuera de el, y solo le toca en un punto; y si de un punto fuera de un circulo, se tiran dos rectas, una que le toque, y otra que le corte, el rectangulo de toda la secante, y del segmento externo, es igual al quadrado de la tangente.

El

El ángulo formado en el centro de un círculo, es duplo del que se forma en la circunferencia, quando tienen un mismo arco por base.

El ángulo en el medio círculo es recto, el formado en el mayor segmento es agudo, y el formado en el menor segmento es obtuso.

Los Poligonos semejantes inscriptos en los círculos, tienen duplicada razón de sus diámetros, y la misma tienen los círculos entre sí; y en general todas las figuras planas semejantes están entre sí, en razón duplicada de sus dimensiones homologas, ó como los quadrados de ellas.

Las rectas perpendiculares aun mismo plano son paralelas; y si de dos paralelas, la una es perpendicular aun plano, lo será tambien la otra.

Si dos rectas que concurren en un plano, son paralelas à otras dos que concurren en otro, formaran iguales ángulos; y los planos serán paralelos.

Las rectas paralelas à una misma, aunque no estén en un mismo plano, son paralelas entre sí.

Si un Paralelepipedo se divide con un plano, que pase por las diagonales de los planos opuestos, quedará dividido en dos Prismas iguales.

Los Paralelepipedos semejantes, tienen triplicada razón de sus dimensiones homologas.

La Piramide triangular es la tercera parte del Prisma que tiene la misma base, y altura que ella; y el cono es tercera parte del cilindro, que tiene la misma base, y altura que el.

Las Esferas tienen triplicada razón de sus radios, ó de sus diámetros; ó están entre sí, como los cubos de sus diámetros; y en general, todos los solidos semejantes están entre sí, como los cubos de sus dimensiones homologas.

PRO-



70  
**PROBLEMAS DE GEOMETRIA**  
*practica.*

**H**ACER un angulo del numero de grados que se quiera, en un punto de una recta dada; ò hacer un angulo igual à otro.

Dividir un angulo en dos partes iguales.

Por un punto fuera de una linea, tirar à ella una paralela.

Por un punto dado en una linea ò fuera de ella, tirar una perpendicular.

Tirar una tangente à un circulo por un punto dado.

Dividir una linea recta en las partes iguales que se quiera.

Dividir una linea recta en la misma razon que estuviere dividida otra.

Dividir una linea recta en media, y extrema razon.

Entre dos rectas dadas hallar una media proporcional; à dos una tercera; ò à tres una quarta proporcional.

Sobre una recta dada describir qualesquiera figura regular.

En un circulo inscribir qualesquiera figura regular.

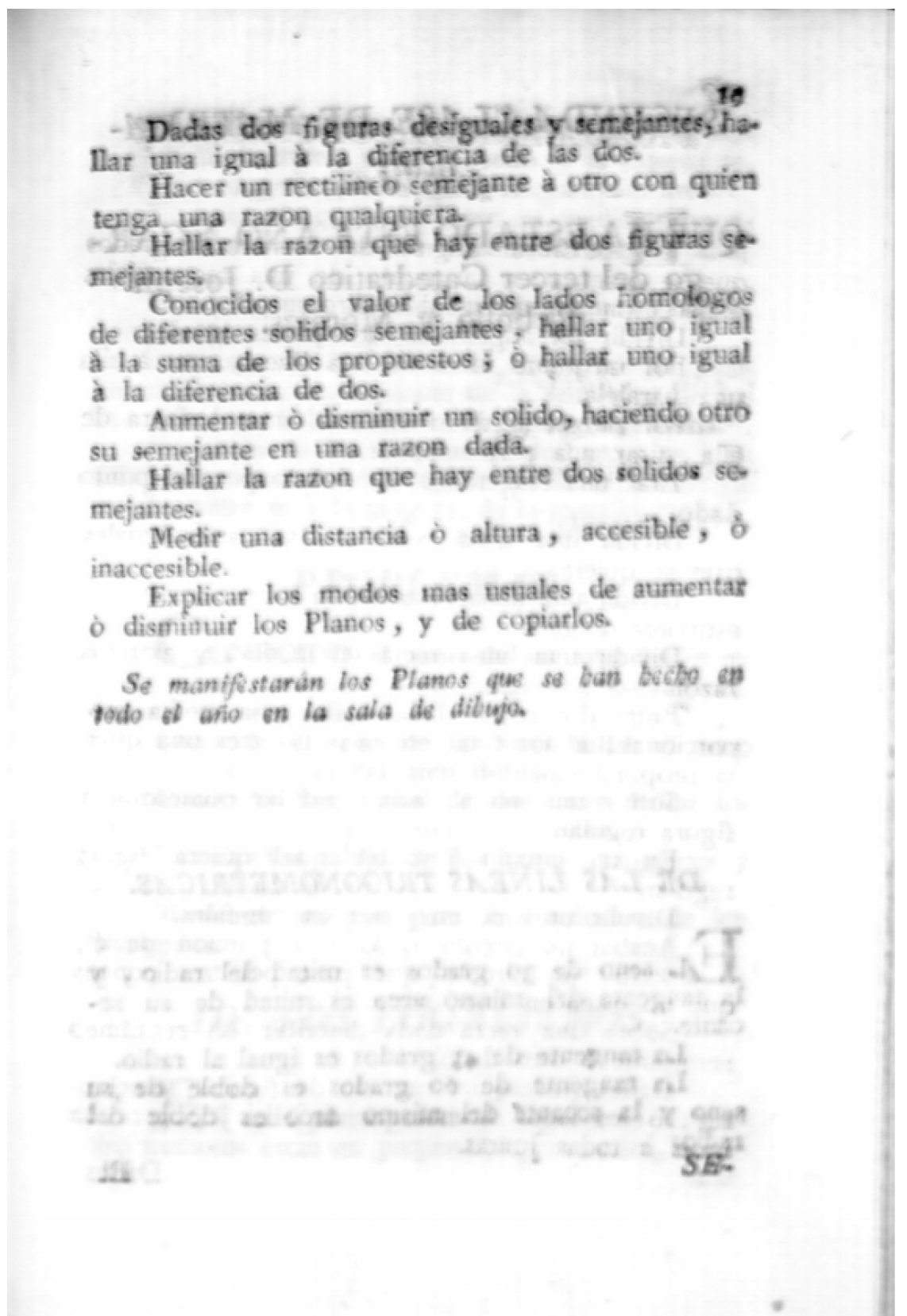
Dividir un arco en dos partes iguales.

Acabar un circulo dada una porcion de él; ò describir un circulo que pase por tres puntos que no esten en linea recta.

Sobre una recta dada describir un rectilineo semejante à otro dado.

Dadas qualesquier numero de figuras semejantes, ò los lados homologos de ellas, hacer una igual à todas juntas.

Dadas



<sup>20</sup>  
**SEGUNDA CLASE DE MATEMÁTICAS,**

**QUE HA ESTADO ESTE AÑO A CARGO del tercer Catedrático D. Joseph Rebollo y Morales.**

*San Sebastián*  
*San Sebastián*  
*San Sebastián*  
*San Sebastián*

**DE LAS LINEAS TRIGONOMETRICAS.**

**E**L seno de 30 grados es mitad del radio, y la tangente del mismo arco es mitad de su secante.

La tangente de 45 grados es igual al radio.

La tangente de 60 grados es doble de su seno y la secante del mismo arco es doble del radio.

El

21  
El radio es medio proporcional entre el coseno y la secante, entre el seno y la cosecante, y entre la tangente y cotangente de qualquier arco.

El seno de qualquier arco es medio proporcional entre el semirradio y el senoverso del arco duplo.

Las tangentes de dos arcos estan en razon inversa de sus cotangentes.

La suma de los senos de dos arcos es à su diferencia como la tangente de la semisuma de los dos arcos es à la tangente de la semidiferencia.

La suma de los cosenos de dos arcos es à su diferencia como la cotangente de la semisuma de los dos arcos es à la tangente de la semidiferencia.

### PROBLEMAS.

**C**ONOCIDO el seno de un arco hallar su coseno, su senoverso, su tangente, cotangente, secante y cosecante.

Conocido el seno de un arco hallar el seno de su mitad, y el del arco doble.

Conocidos los senos de dos arcos hallar los senos de la suma y diferencia de ellos.

Calcular las tablas de los senos, tangentes y secantes naturales.

Manifestar su uso para la resolucion de los triangulos.

### DE LOS LOGARITMOS.

**E**N qualquier sistema de logaritmos si quatro numeros estan en proporcion geometrica, la suma  
ma

22

ma de los logaritmos de los extremos es igual à la suma de los logaritmos de los medios: y si la proporcion fiere continua, la suma de los logaritmos de los extremos es doble del logaritmo del termino medio.

Si el logaritmo de la unidad es cero, el logaritmo de qualquier producto es igual à la suma de los logaritmos de los factores: el de qualquier quociente es igual al del dividendo menos el del divisor: el de qualquier potencia de un numero es igual al logaritmo del numero multiplicado por el exponente de la potencia: y el de qualquier raiz de un numero es igual al logaritmo del numero partido por el exponente de la raiz.

### PROBLEMAS.

**C**ALCULAR en el sistema de Briggs las tablas de logaritmos de los numeros, y de los senos, tangentes y secantes.

Explicar el uso de estas tablas.

### TRIGONOMETRIA PLANA.

**E**N qualquier triangulo rectilineo rectangulo la hipotenusa es à qualquier lado como el radio es al seno del angulo opuesto: y un lado es al otro como el radio à la tangente del angulo opuesto al segundo lado.

En qualquier triangulo rectilineo los lados son proporcionales con los senos de los angulos opuestos.

En

23  
En qualquier triangulo rectilineo la suma de dos lados qualesquiera es à su diferencia como la tangente de la semisuma de los angulos opuestos es à la tangente de la semidiferencia de los mismos angulos.

En qualquier triangulo rectilineo la base ò lado mayor es à la suma de los otros lados como la diferencia de estos es à la diferencia de los segmentos que hace el perpendicular en la base.

En qualquier triangulo rectilineo el rectangulo de dos lados qualesquiera es al quadrado del radio como el rectangulo de las diferencias de los mismos lados, y la semisuma de los tres es al quadrado del seno de la mitad del angulo comprendido.

### PROBLEMA GENERAL.

**E**N qualquier triangulo rectilineo siendo conocidas tres de sus partes (no siendo los tres angulos) hallar los valores de las otras tres.

### TRIGONOMETRIA ESFERICA.

**E**N qualquier triangulo esferico cada lado es menor que el semicirculo, y la suma de los tres lados es menor que el circulo.

En qualquier triangulo esferico la suma de dos angulos qualesquiera es de la misma especie que la suma de sus lados opuestos.

En qualquier triangulo esferico prolongado un lado el angulo externo es menor que los dos internos

24

ternos opuestos, y los tres internos son mayores que dos rectos y menores que seis.

En qualquier triangulo esférico que tenga un lado no menor que quadrante y los angulos adyacentes obtusos el tercer angulo es obtuso.

En el triangulo esférico acutangulo cada lado es menor que quadrante.

En qualquier triangulo esférico que tenga dos lados mayores que quadrantes, y el tercero no menor que quadrante, los tres angulos son obtusos.

En el triangulo esférico rectangulo los lados que comprehenden el angulo recto son de la misma especie que sus angulos opuestos.

En el triangulo esférico rectangulo si los catetos ó sus angulos opuestos son de una misma especie, la hipotenusa será menor que quadrante; pero si fueren de diferente especie, la hipotenusa será mayor que quadrante.

En el triangulo esférico rectangulo el seno de la hipotenusa es al seno de un lado qualquiera, como el radio al seno del angulo opuesto: y el seno de un lado es à la tangente del otro como el radio à la tangente del angulo opuesto al segundo lado.

En qualquier triangulo esférico los senos de los lados son proporcionales con los senos de los angulos opuestos.

En qualquier triangulo esférico si desde qualquier angulo se baxa una perpendicular sobre su base . . . . .

1. Los senos de los segmentos de la base son reciprocamente proporcionales con las tangentes de los angulos adyacentes: y los cosenos de los mismos segmentos son proporcionales con los cosenos de los otros lados.

2.

2. Los senos de los segmentos del ángulo vertical son proporcionales con los cosenos de los otros dos ángulos; y los cosenos de los mismos segmentos son proporcionales con las cotangentes de los lados.

En qualquier triangulo esférico el rectangulo de los senos de dos lados cualesquiera es al quadrado del radio como el rectangulo de los senos de las diferencias de los mismos lados y la semisuma de los tres es al quadrado del seno de la mitad del ángulo comprehendido.

### *PROBLEMA GENERAL.*

**E**STANDO conocidas en qualquier triangulo esférico tres de sus partes, resolver el triangulo.

### *COSMOGRAFIA.*

**E**XPLICAR las diferentes clases en que divide los Astronomos los astros; y el numero de los planetas y sus satelites.

Explicar los sistemas con que los Astronomos han procurado dar razon de los movimientos de los astros.

Explicar los circulos principales de la Esfera: definir cada uno en particular, y manifestar su uso.

Declarar que se entiende por zodiaco, y por sus signos: quales de estos son septentrionales, y quales meridionales: quales ascendentes y quales descendentes.

D

Ex-



26

Explicar que sea longitud, latitud, ascension recta y obliqua, diferencia ascensional, declinacion, amplitud, azimut, altura, y distancia al zenit de un astro.

Explicar que es revolucion diurna, tropica, siderea, sinodica y anomalistica.

Explicar las estaciones y retrogradaciones de los planetas.

Hacer ver la razon porque cada año bisiesto tiene un dia mas que los comunes; y porque no son bisiestos algunos años que parece deberian serlo.

Explicar que es angulo horario y arco semi-diurno y seminocturno de un astro: donde se miden: y como se reducen los grados de la equinoccial à horas, y al contrario.

Explicar las posiciones que puede tener la esfera y los principales fenomenos que observan los habitadores de cada una de ellas.

Explicar los eclipses, sus diferentes especies, y los aspectos lunares en que suceden.

Explicar que es paralaxè de un astro, refraccion astronomica, diametro aparente del astro, y depresion de horizonte.

Demostrar que la paralaxè horizontal es à la de altura como el radio es al coseno de la altura aparente.

Demostrar que el diametro horizontal es al de altura como el coseno de la altura verdadera es al coseno de la altura **aparente**.

Despejar una altura observada de los defectos de depresion de horizonte, semidiametro, refraccion y **paralaxe**.

Deducir de la altura meridiana de un astro corregida, y la declinacion la latitud del lugar.

PRO-

27  
**PROBLEMAS ASTRONOMICOS**  
*resueltos por el globo.*

**H**ALLAR la amplitud de un astro, su altura sobre el horizonte à qualquier hora dada, ò la altura meridiana, estando conocida la latitud del lugar.

Estando conocida la latitud del lugar, y la altura del astro hallar su azimut, ò la hora que es.

Hallar la hora à que debe pasar por el meridiano una estrella en qualquier dia del año en un lugar dado.

Hallar la longitud, latitud, ascension recta de qualquier astro: y dada la latitud del lugar hallar la ascension obliqua y la diferencia ascensional.

**PROBLEMAS ASTRONOMICOS**  
*resueltos por el calculo.*

**C**ONOCIDA la latitud de un lugar y la declinacion del Sol hallar su amplitud, la hora de su nacimiento y ocaso, arco semidiurno y seminocurno, duracion del dia y de la noche, ascension obliqua y diferencia ascensional.

Con la latitud del lugar y altura del Sol ò una estrella sobre el horizonte hallar la hora que es, y el azimut del astro.

Con la obliquidad de la ecliptica y la declinacion del Sol hallar su longitud y ascension recta.

Conocidas la ascension recta y declinacion de una estrella hallar su longitud y latitud.

Con las longitudes y latitudes, ò con las ascensiones rectas y declinaciones de dos astros hallar su distancia.

DEL

## DEL GLOBO TERRAQUEO.

**E**XPLICAR los circulos que se consideran en el globo terraquëo.

Explicar que se entiende por latitud y longitud de un lugar, y por diferencia de latitud y longitud de dos lugares.

Determinar la razon en que se hallan los grados de la equinoccial con los de sus paralelos.

Explicar las zonas en que dividen al globo los tropicos y polares, y la division que se hace de los habitadores de ellas con respecto à sus sombras y à los circulos en que se hallan.

Dar razon de los climas que comunmente se consideran en el globo.

### PROBLEMAS GEOGRAFICOS

*resueltos por el globo.*

**H**ALLAR la latitud y longitud de un lugar, y la diferencia de latitud y longitud de dos lugares.

Conocida la latitud de un lugar hallar el clima en que se halla.

Hallar la hora de salir y ponerse el Sol, y la duracion del dia y de la noche en qualquier lugar del globo en un cierto dia.

Hallar la hora que es en qualquier lugar quando en Sevilla ù otro pueblo conocido es una hora dada.

Hallar los antipodas, antecos y periecos de un lugar dado, si es que los tiene.

Hallar

29  
Hallar los días del año en que el Sol sale y se pone à una misma hora en Sevilla ò qualquier otro pueblo conocido.

## GEOGRAFIA.

**E**XPLICAR que se entiende por continente, isla, península, ismo, archipiélago, golfo, bahia, ensenada, estrecho, &c.

Explicar los reynos, en que se divide cada una de las quatro partes del mundo, y los limites de cada una de ellas.

Explicar como se dividen las islas, y quales corresponden à las quatro partes del mundo.

Quales son los ismos mas famosos y los estrechos mas notables en cada una de las quatro partes del mundo.

Quales son los mares interiores y exteriores de uno y otro continente.

Quales son los rios mas famosos de cada una de las quatro partes del globo.

Decir las capitales de todos los reynos y republicas; quantos Soberanos hay en Europa, y los generos que hay de gobiernos.

## ARTILLERIA DE MARINA.

**Q**UANTOS generos de piezas se usan en la Marina, y como se determinan las longitudes y resfuerzos de cada una.

Como se prueban los cañones.

Que cosa es calibre; como se construye, y se examina si está bien construido.

Como

30

Como se halla el diametro de la boca de la pieza dado el de la bala, y al contrario.

Como se esquadran y tercián las piezas.

Que generos de cureñas se usan en la nueva construccion de navios.

Con que jarcia se guarnece una cureña, y con que utensilios se sirve una pieza à bordo.

Como se reconocen las baterias de los navios y se mide la altura de los batiportes para escoger las cureñas.

Como se trincan los cañones à bordo.

Como se habilita una cureña quando en un combate se le rompe un exe; y como se remedia el embique de los cañones y cureñas.

De que materiales se compone la polvora, y como se reconoce su bondad y potencia.

Como se calcula la cantidad de polvora que debe llevar un navio para salir à campaña.

Que cosa es metralla y palanqueta y con que objeto se usan en la Marina.

Como se debe preparar el pañol de la polvora.

Que generos de punterias se usan à bordo.

Que accidentes pueden hacer variar las punterias y alcances de los tiros.

Como se calcula el numero de balas ò bombas que contiene una piramide triangular, quadrada, ò quadrilonga.

TER-

**TERCERA CLASE DE MATEMA-<sup>3<sup>r</sup></sup>  
ticas,**

**QUE HA ESTADO ESTE AÑO A CAR-  
go del segundo Catedratico D. Joseph  
Portillo y Labaggi.**

**ACTUARAN LOS COLEGIALES.**

*Antonio Vela  
Nicolás Quintero  
Nicolás del Castillo  
Nicolás Cantero  
D. Josef de Palvez  
Alonso Delgado  
Josef Laguna  
Josef Romero  
Francisco Carrano*

**NAVEGACION DE ESTIMA.**

**E**XPLICAR que es Navegacion y su division  
en especulativa y practica.

Manifestar los principios que establece la Geo-  
metria y Trigonometria para saber en el Mar la  
situacion de un lugar respecto à los demas.

Dar

32 Dar à conocer por medio de un triangulo rectangulo formado en una superficie que se supone ser la del mar, los quatro terminos de la Navegacion.

### DEL RUMBO.

**Q**UE es Rumbo y angulo de rumbo, que numero de rumbos comunmente se consideran en la rosa, sus nombres, y como se forma la rosa.

Que otras divisiones se le hacen à la rosa, el orden que guardan los quadrantes, el numero de sus rumbos, que numero de grados vale el angulo que forma un rumbo con su inmediato, y el que forma cada uno con la linea meridiana.

Nombrado un rumbo manifestar su lugar en el quadrante, el valor que le corresponde, y como se nombra su opuesto y travesia.

Conocido el valor de un rumbo en un quadrante, declarar el lugar que ocupa, como se nombra, è igualmente su opuesto y travesia.

Por el numero de quartas en que se navega, el rumbo y à la parte donde va la mura, determinar el viento que corre, y lo mismo mudando de mura.

Conocido el viento, numero de quartas que dista del rumbo, y à la parte donde se va amurado; hallar el rumbo en una y otra bordada.

Explicar por qué principio da à conocer el rumbo la rosa, quales son las propiedades del Inaa que mas interesan conocer al Piloto, como se determinan sus polos, el modo de preparar la piedra para tocar en ella las agujas, y como se executa esta operacion.

Como

Quantas especies de Agujas hay en la Navegacion , y hacer la descripcion de la de Vitacora, de la de Marcar , y de la Azimutal.

Como por medio de la Aguja ordinaria se conoce el rumbo que sigue el Navio , y quales son los defectos que puede tener.

Que es variacion y por qué medio se viene en conocimiento de su cantidad.

Que es amplitud verdadera , y magnetica, como se halla una y otra , y por su medio la variacion.

Que es azimut verdadero, y magnetico, como se halla uno y otro , y por su medio la variacion.

Que es abatimiento , y como se viene en conocimiento de su cantidad.

Manifestar las reglas que teneis para corregir el rumbo de los defectos de variacion y abatimiento.

Conocido un rumbo, la cantidad de variacion, y la de abatimiento ; hallar el corregido de estos defectos , bien sea para despues ó antes de navegar.

### *DE LA DISTANCIA.*

**E**XPLICAR que es distancia , y por qué medios se viene en conocimiento de su cantidad.

De que partes está compuesta la corredera, que principios se tienen para su construccion , y cómo se construye la medida geometrica , y la horaria.

Como se usa de la corredera , y en que tiempos se acostumbra echar al mar.

E

Ex-



34

Explicar la construcción de la sondalesa, y modo de saber por medio de ella las brazas que hay de fondo.

### *DE LA LATITUD Y LONGITUD.*

**E**XPLICAR que variaciones padece la latitud y longitud de hacerse la navegacion por circulo máximo, por un paralelo, y por rumbo obliquo.

Determinar la cantidad de variacion en latitud navegando por un meridiano, y en longitud navegando por la equinocial.

Determinar la variacion en longitud navegando por un paralelo.

Siendo conocidas las millas que vale el grado de un paralelo determinar que paralelo de latitud es, y al contrario.

Como se determina la diferencia en latitud en la navegacion hecha por un rumbo obliquo.

Manifestar en la navegacion por rumbo obliquo, como se determina la diferencia en longitud por el paralelo medio, que es este y como se halla.

Manifestar otras analogias por medio de las quales navegando por rumbo obliquo, se venga en conocimiento de la diferencia en longitud usando del paralelo medio sin el apartamiento de meridiano.

Manifestar que son partes meridionales, como se construye la tabla, el uso de ella, y como en la navegacion por rumbo obliquo se viene en conocimiento de la diferencia en longitud por las partes meridionales.

Ma-

35

Manifestar como hallais en la navegacion por rumbo obliquo la diferencia en longitud por las cotangentes de los semicomplementos de las latitudes.

Manifestar lo que se practica en la mar para reducir los varios rumbos de que puede constar una singladura à uno solo, y como se deduce la latitud y longitud llegada por estima.

Demostrar que las reglas de sumar todos los apartamientos de meridianos no es exácta, y manifestar lo que se debe hacer en caso que sea preciso usar de la mayor exáctitud.

Dar solucion à los problemas de navegacion que nombran punto de estima, de estima y altura, de esquadria, y de latitud y longitud.

Manifestar quando la latitud observada no concuerda con la de estima, que errores son los que manifiesta la disparidad de dichos terminos, y como se executa la corr.ccion de estima.

Manifestar el principio que se tiene para corregir de corrientes, qué son estas, y en que parages del mundo se experimentan las principales.

Manifestar quando pasados tres ò mas dias sin observar se consigue al quarto, que se executa para venir en conocimiento de la latitud y longitud llegada.

Manifestar el modo que à bordo se practica, para venir en conocimiento de la latitud y longitud de estima à una hora determinada.

## *DE LAS CARTAS.*

**E**XPLICAR quantos son los generos de cartas que estan en uso en la navegacion.

Que

36

Que es carta plana, como se construye, sus defectos, el número de grados que puede abrazar para que su error sea despreciable, y el modo de usarla.

Que es carta esferica, que principios se tienen para su construcción, como se construye, y el modo de usarla.

Como se situa en la carta el principio de la derrota, el modo de seguirla, y el de concluir.

Explicar que es diario en la navegacion, el modo de principiarlo, el de llevarlo, y de concluirlo.

Que es aureo numero y epacta, y como se hallan.

Como se sabe el dia de la conjuncion de la Luna, ó la edad de ésta, en qualquier dia de un mes dado.

Que es fluxo y refluxo del mar, como se sabe la hora de la plena mar en qualquier Puerto siendo conocida la hora à que sucede el fluxo maximo.

## NAVEGACION ASTRONOMICA.

### DE LA LATITUD.

**E**XPLICAR por qué medios se conoce la latitud à bordo, que es observacion, como se denomina, y que instrumento usais para indagarla.

Manifestar de que partes está compuesto el octante, y por qué siendo su arco de 45 grados, se halla dividido en 90 partes.

Ex-

37  
Explicar las circunstancias que deben concurrir en el octante para que esté bien construido, que preparaciones se le hacen antes de pasar à observar, y como por su medio se viene en conocimiento de las alturas de los astros sobre el horizonte, y de la distancia de un astro à otro.

Explicar de que defectos se corrigen las alturas de los astros medidas con los instrumentos de reflexion.

Que es depresion de horizonte, su propiedad en la observacion, y como se indaga la cantidad.

Que es semidiametro aparente, lo variable que es, y que se debe hacer con él en la observacion.

Hacer ver que los diametros aparentes de un mismo astro observados à diferentes distancias siguen la razon imbersa de sus distancias à la tierra.

Demostrar que el diametro en altura que tiene un astro, es mayor que el horizontal, y determinar la razon en que se hallan.

Que es refraccion astronomica su propiedad, lo variable que es, y como se calcula la tabla.

Que es paralaxe, su propiedad, lo variable que es en un mismo astro, y la diferente que se le nota à cada uno.

Como se hallan las paralaxes en altura y horizontales que tienen los astros.

Como se calculan las tablas de paralaxe, y la advertencia que se ha de tener al usarlas.

Conocida la altura del Sol ò Luna, explicar el modo que usais para corregirlas de los defectos de depresion de horizonte, semidiametro, refraccion, y paralaxe para tener la altura verdadera.

Explicar el modo de hallar la declinacion del Sol por medio de las efemerida, à qualquier hora del dia en el meridiano para que fueron trabajadas,

38  
jadas, ò bien en otro qualquiera cuya diferencia en longitud navegada sea conocida.

Si no se tienen tablas modernas de declinacion, manifestar la correccion que se debe executar para perpetuarla, y hallar sin error alguno la declinacion del Sol à qualquiera hora del dia en el meridiano de las tablas, ò en otro distinto.

Explicar el modo de calcular la cantidad de latitud y su nombre, teniendo conocida la altura meridiana de qualquier astro denominada y despejada de sus defectos, y la declinacion corregida.

Explicar el modo de calcular la latitud à bordo à qualquiera hora del dia ò noche, por medio de dos alturas contemporaneas de dos diferentes astros, ò sucesivas de un mismo astro; de los quales sean conocidas à mas de las alturas las ascensiones rectas y declinaciones en el primer supuesto, ò la diferencia de horas y declinaciones en el segundo.

Determinar la latitud por medio de las dos alturas meridianas de una de las estrellas circumpolares.

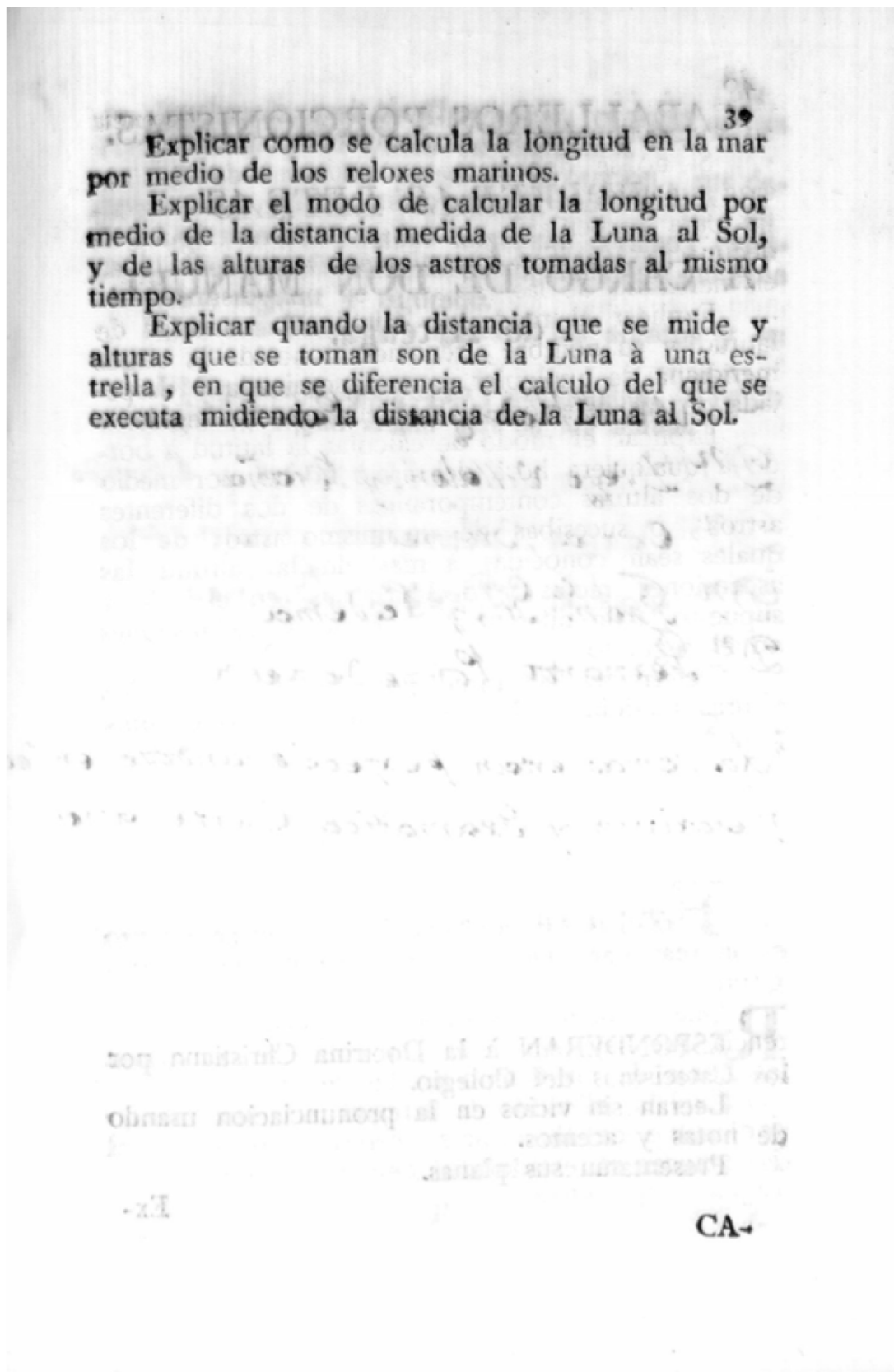
## LONGITUD.

**E**XPlicar los metodos que estan en uso en la mar para venir en conocimiento de la longitud.

Que es tiempo verdadero, y medio; la diferencia que hay entre ellos, y como se convierten las horas de un tiempo en las de otro.

Explicar el modo de arreglar el relox marino por medio de las alturas correspondientes, y el de conocer su estado de adelanto ò atraso.

Ex-



40

**CABALLEROS PORCIONISTAS.**

**PRIMERAS LETRAS**

**A CARGO DE DON MANUEL**

de Arteaga.

*Dn. Man. Rodriguez Perez*

*Dn. Diego Villalon, y Piana*

*Dn. Carlos Burnes*

*Dn. Fran. Gil, y Ledema*

*Dn. Fernando Ponze de Leon*

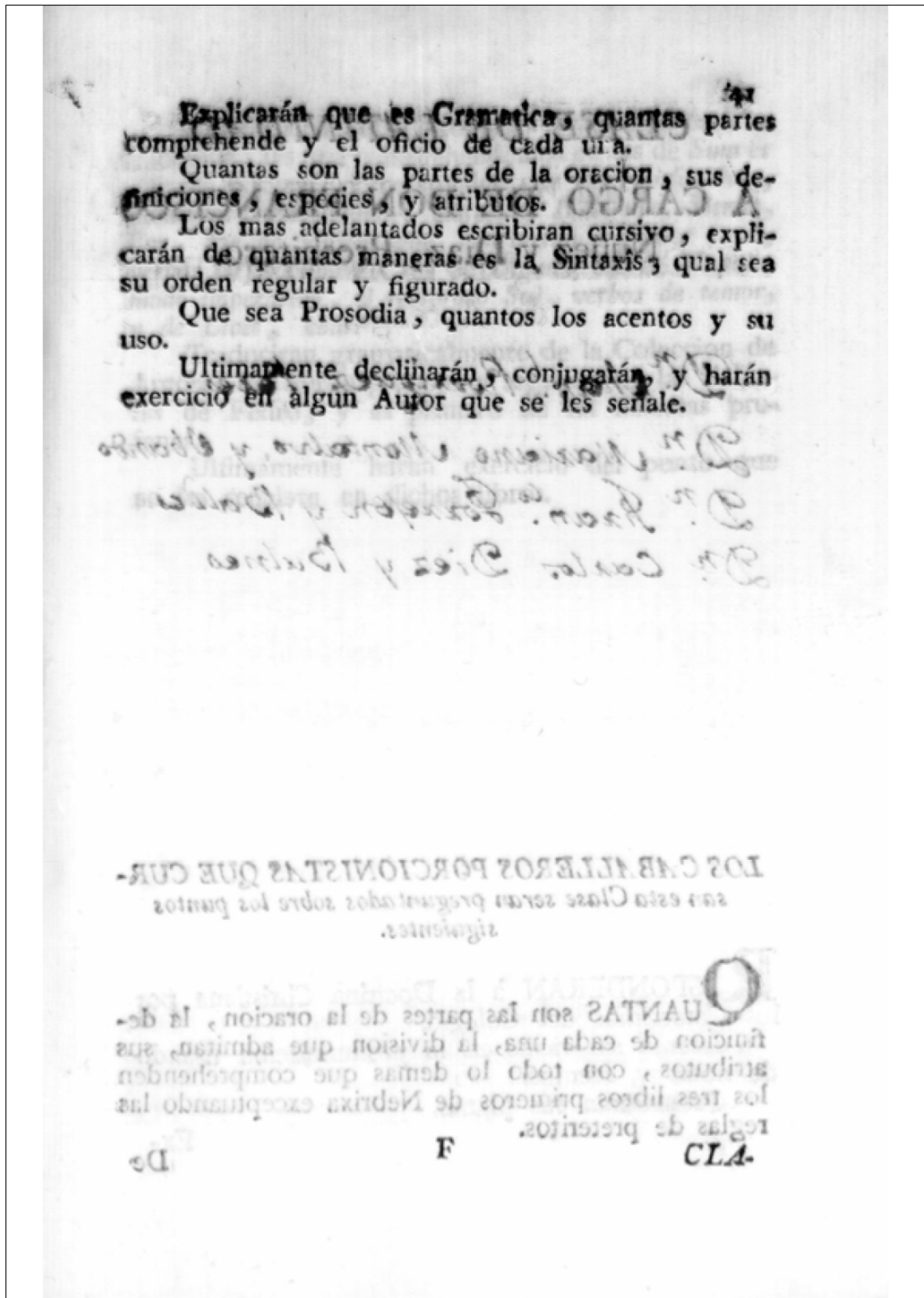
*Los demas estan perfeccionandose en lo  
y exivix, y Gramatica Castellana*

**R**ESPONDERAN à la Doctrina Christiana por los Catecismos del Colegio.

Leeran sin vicios en la pronunciacion usando de notas y acentos.

Presentaràn sus planas.

Ex-





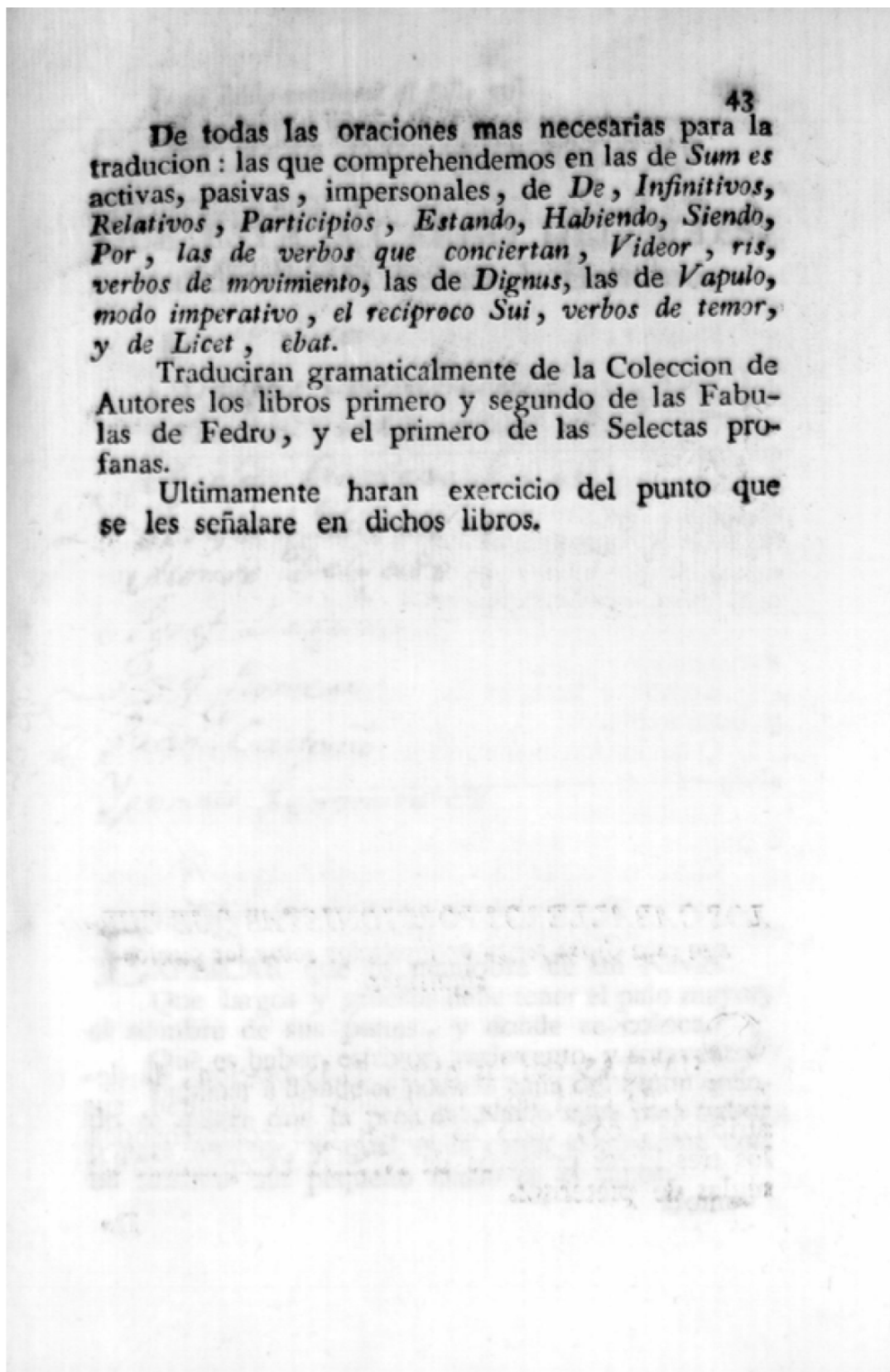
**CLASE DE LATINIDAD**  
**A CARGO DE DON FRANCISCO**  
**Núñez y Díaz, Presbitero.**

*D<sup>n</sup> Man. Arriqueriz Perez*  
*D<sup>n</sup> Mariano Montalvo, y Obando*  
*D<sup>n</sup> Fran<sup>co</sup> Forrejon y Balde*  
*D<sup>n</sup> Carlos Diez y Bulnes*

**LOS CABALLEROS PORCIONISTAS QUE CUR-**  
*san esta Clase seran preguntados sobre los puntos*  
*siguientes.*

**Q**UANTAS son las partes de la oracion, la de-  
finition de cada una, la division que admitan, sus  
atributos, con todo lo demas que comprehenden  
los tres libros primeros de Nebrixa exceptuando las  
reglas de preteritos.

De



43

De todas las oraciones mas necesarias para la traducion : las que comprehendemos en las de *Sum es* activas, pasivas, impersonales, de *De*, *Infinitivos*, *Relativos*, *Participios*, *Estando*, *Habiendo*, *Siendo*, *Por*, las de verbos que conciertan, *Videor*, *ris*, verbos de movimiento, las de *Dignus*, las de *Vapulo*, modo imperativo, el reciproco *Sui*, verbos de temor, y de *Licet*, *ebat*.

Traduciran gramaticalmente de la Coleccion de Autores los libros primero y segundo de las Fabulas de Fedro, y el primero de las Selectas profanas.

Ultimamente haran exercicio del punto que se les señalare en dichos libros.

(esta debía continuar al folio 39)

# CLASE DE MANIOBRAS

QUE ESTA A CARGO DEL MAESTRO de ellas D. Fernando Hermoso.

- Ant.º Vela*
- Nicolas Cantaneda*
- Nicolas del Castillo*
- Nicolas Cantero*
- D.º Josef de Galvez*
- Alonso Delgado*
- Josef Layrona*
- Josef Romero*
- Ran. Cantaneda*
- Ynacio Hernandez*

**E**XPLICAR que es maniobra de un Navio.  
 Que largos y gruesos debe tener el palo mayor,  
 el nombre de sus partes, y donde se coloca.  
 Que es babor, estrivor, varlovento, y sotavento.  
 Explicar à donde se pone la caña del timon quando se quiere que la proa del Navio vaya para babor ò para estrivor, y qual es la causa se governe con un madero tan pequeño como es el timon.  
 Como-

46

Como se busca el mejor andar y mayor go-  
vierno a un Navio.

Para que sirven las tablas de jarcias en los palos  
y masteleros, y las mesas de guarnicion con las  
vigotas que estan en las dichas.

Que son acolladores, flechastes, estais, coronas  
en los palos y masteleros, arraigadas, jaretas, trincas  
del baupres, barbiquejos, mostachos, virador del  
combes, gatas, y capones, bosas de las anclas y  
del combes, candeleton, brazas, drisas, ostagas,  
amantillos, guardamancebos en las vergas, bosas  
en los penoles de las vergas, amuras, escotas,  
bolines, chafaldetes, palanquines de risos, brioses,  
apagapenoles, cruces de las gavias, viradores de los  
masteleros, burro en el cañ de la verga de mesana,  
candalisa, cargaderas en las velas de estais, trosas, ra-  
camentos, y los palanquines de mayor y trinquete.

Explicar como se brazea por sotavento, o  
varlovento.

Como se brazean las velas con viento escaso  
y bonancible.

Quando navegando con viento escaso este se  
alargase que maniobra se hará.

Quando navegando con viento largo este salta  
a popa que se debe executar.

Como se largan las velas, amuran, cazan, y se hizan.

Como se executa la maniobra de largar, amu-  
rar, y cazar la mayor y trinquete.

Que se debe executar para cargar y aferrar  
las velas mayores con recio viento.

Como se cierra y aferra una gavia con recio  
viento.

Que se debe executar para tomar rizos a las  
gavias con recio viento.

Como se largan los rizos con recio viento.

Para largar los rizos por alto que se debe executar.

Quan-

47  
 Quando navegando de volina se quiere virar por abante como se executará.

Quando navegando de volina por la mucha mar ò viento le precise virar por redondo como lo executará.

Un Navio quiere salir del puerto y está sobre una espia imposibilitado de ir para varlovento ni para sotavento, y en la precision de ponerse à la vela, el puerto está NO. SE, y el viento que corre es SE: su salida ha de ser para el NE: que manioobra hará el Piloto para ponerse à la vela sin pérdida de su varlovento, levar su espia, meterla dentro, marear, y salir del puerto?

Si estando anclado en un puerto sobre dos anclas, quiere levar su Navio para salir à la mar, siendo el viento en popa no teniendo para ello quien lo embarace por sotavento; como se levará, pondra las anclas en su lugar, meterá la lancha, y bote dentro, mareará, y saldra del puerto?

Un Navio con recio temporal viene à entrar en puerto corriendo con su trinquete, el viento que trae es SO. y en llegando à la boca del puerto para coger fondeadero le precisa poner la proa al SSE, que manioobra hará para su execucion? esto es, para coger fondeadero, aferrar sus velas dar fondo à sus anclas con todo sosiego, para que no le garren, y vaya à perderse à sotavento.

Un Navio con recio temporal corriendo con su trinquete quiere entrar en puerto; el que tiene próximo, es de una entrada estrecha de montañas altas y à cantiladas, en cuya entrada hay infaliblemente contraste de viento, que luego que llega el Navio à la boca del puerto, le da el contraste el trinquete en facha, se para el Navio; y se pierde el gobierno, y metido entre los dos vientos se expone à que lo arroje la mar contra sus montañas,

se

se pierda el Navio y fenezca la tripulación: que debe mandar el Piloto para entrar dentro del puerto, fondear el Navio, y libertarle de semejante desgracia.

Un Navio con recio temporal dado fondo en bahia, puerto, ò costa, siendo de noche, y no teniendo por donde marcarse quiere saber si sus anclas le garran; que executará para saberlo?

Manifestarán las labores marineras que han hecho de meollar, rebenques, salbachias, rizo, cageta, baderna, mogeles, sardinela, tomadores, payetes de cabos vestido, y desnudo, payete de meollar, faxa de cofa, faxa de estay, cruz de mayores, saula, jusos, roñadas, eslinga, estrovos de lanchas, nervios, estays, contraestays, guinarda de palo, y verga, arganeo de esterilla, y de cabo torcido, guardamancebo de verga, piña de barrilete, bosa de penoles, engañadura piña de capon y de mura, bosa del combes delantera, y trasera rabo de rata gaza de moton de mura, gaza del moton del puño de sevadera, lampazo, maya falsa, y buena, allustes de cable de esterilla, y de clavellina, polea engazada, quadernaleté moton de chafaldete y suelto, cayda de relinga con grillete, estrovo costura larga, y flamenca, barso por seno y por chicote, ardegua, vestidura de bolla, garrucho, saula contrahecha, gaza de quadernal, gaza de moton.

Al Sr. D.



**P**OR SI GUSTASE CONCURRIR  
à oír y preguntar en los Exercicios  
literarios que se practicarán en este  
Real Colegio de San Telmo los dias  
que van señalados de ocho à once  
por la mañana y de quatro y media  
à seis y media por la tarde.

4. EXAMEN TEORICO-PRACTICO, QUE LA REAL ESCUELA GRATUITA DE NAUTICA, DE LA REAL JUNTA DE COMERCIO DE CATALUÑA, [...].  
(1797)

**EXAMEN**  
**TEORICO-PRACTICO,**  
QUE  
**LA REAL ESCUELA GRATUITA**  
**DE NAUTICA,**  
**DE LA REAL JUNTA DE COMERCIO**  
**DE CATALUÑA,**  
**ESTABLECIDA EN SU CASA LONJA,**  
**CELEBRARÁ**  
**EN LOS DIAS 22. Y 23. DE NOVIEMBRE DE 1797.**  
**A LAS DIEZ DE LA MAÑANA,**  
**SIENDO SU MAESTRO Y DIRECTOR**  
**EL TENIENTE DE FRAGATA D. SINIBALDO MAS,**  
**Y SU SEGUNDO**  
**EL PILOTO DE LA R<sup>1</sup>. ARMADA D. MANUEL SANS.**  
**Los Alumnos que se expresan á continuacion satisfarán**  
**á lo que se les preguntáre en Geometrías y Trigonome-**  
**trías plana, y esférica, Cosmografía, Navegacion**  
**y maniobras de los Navios.**

**BARCELONA:**  
**POR FRANCISCO SURIA Y BURGADA, IMPRESOR DE S. M.**  
**calle de la Paja.**



**LOS ALUMNOS  
DE LA ESCUELA DE NAUTICA  
DE BARCELONA,**

que formarán el presente Certamen,  
son los siguientes.

1º. PEDRO CALVET, natural de Ripollet:  
*En todas las materias, menos en ma-  
niobra, por no haber navegado.*

2º. FRANCISCO MOREU, de Calella: *En  
navegacion, maniobras, y calculo as-  
tronomico.*

3º. JOSEF RABASA, de la Torradenbarra:  
*Idem.*

4º. FRANCISCO MARIA COPIETERS, de Bar-  
celona: *Excepto en maniobra, por no  
haber navegado, en todas las materias.*

5º. JUAN TRAMUJAS, de Calella: *En na-  
vega-*

*vegacion y maniobra, menos en el calculo astronomico.*

6°. ANTONIO BANUS, de Reus : *En la Geometría, Trigonometría plana y navegación. No en maniobra, por no haber navegado.*

7°. JOSEF DEVESA, de Manresa : *En Geometría, Trigonometría plana, Cosmografía, y operaciones de los Globos.*

LA



## LA GEOMETRÍA

**E** S ciencia que trata de la extensión, espacio, y medida. Se divide en especulativa y practica: la primera manifiesta la verdad de sus proposiciones, demostrando en sus teoremas las propiedades y atributos de la magnitud; la segunda da reglas para dirigir con acierto las operaciones de sus problemas. Por tanto, explicarán, construirán, y demostrarán estos Discipulos, todas las definiciones de líneas, ángulos, y figuras; las proposiciones teoremas mas fundamentales con respecto á la Navegacion, é instrumentos pertenecientes á ella, segun el orden de los libros 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, y 11º. de Euclides; pasando á la practica de la Planimetría, Altimetría, y Longimetría.

### TRIGONOMETRÍA PLANA.

**L**a Trigonometría es necesaria para medir los objetos inaccesibles, y de consiguiente para la Astronomía, á fin de resolver

b

solver

solver los triángulos ópticos, que forman los rayos visuales tirados por los centros de los astros concurrentes á sus ojos, como á punto angular para el centro de la tierra, teniendo por bases los arcos del cielo. A este fin se estableció el sistema Trigonometrico, cuyos fundamentos, que son las propiedades de los senos, tangentes, sécantes, y cuerdas tiradas en el circulo, demostrarán los Alumnos, como las proposiciones y composición del canon Trigonometrico, y el uso de las tablas Logaritmicas, extendiendose á las de Mr. Gardiner. Despues demostrarán todos los teoremas fundamentales para la resolucion de los referidos triángulos.

## GEOMETRÍA ESFERICA, PRACTICA Y ESPECULATIVA.

**E**xplicarán las definiciones de los circulos, polos, angulos y triángulos esfericos, demostrando las proposiciones teoremas de las propiedades de los triángulos esfericos para facilitar su resolucion: Modo de formar y medir practicamente qualquier angulo, y triángulo esferico,  
arco

## COSMOGRAFÍA.

**P**or ser esta ciencia la del Universo, ó de toda la maquina del orbe en que habitamos, junto con los cielos, planetas y astros brillantes, que sorprenden nuestra vista, se divide en Astronomía y Geografía. Por tanto, explicarán los Alumnos, y demostrarán en un plano los círculos principales de que se componen las esferas, sus oficios y propiedades, para determinar y medir los terminos ó datos de los astros. Explicarán los movimientos diurno y natural de todos los astros, dando razon de los diámetros de los planetas comparados con la tierra, segun la opinion más recibida. Numerarán las constelaciones, que actualmente se consideran en el firmamento, y declararán el nombre de las estrellas mas principales que ellas contienen; y por ultimo operarán en las esferas materiales quantos problemas se sirvan proponerles, relativos á las medidas de latitudes, longitudes, declinaciones, ascensiones, azimuthdes, amplitudes, depresiones, horarios de los astros, &c.

GEO-

## GEOGRAFÍA.

Siendo la Geografía la ciencia que da la descripción universal de toda la tierra, sin perder de vista el cielo, á cuyas dilatadas esferas se refiere la exacta delineación del orbe terrestre, manifestando la correspondencia que este tiene con los círculos que se consideran en la esfera celeste; manifestarán los Alumnos en un plano, y en el globo material, que cosa sea latitud, y longitud de un lugar, posición y distancia entre dos lugares; posiciones que puede tener la esfera, sus zonas, climas, y habitantes de la tierra, respecto á los círculos en que están constituidos; satisfaciendo á quantos problemas se les quisieren proponer. Darán también razón de la división general de la superficie del globo, en sus quatro partes principales, señalando sus confines, subdividiéndolas en reynos, é islas principales, explicando el nombre de los mares que rodean la extensión de la tierra, y definiendo lo que son penínsulas, istmos, cabos, golfos, bahías, senos, estrechos, ríos, barras, &c.

NA-

## COSMOGRAFÍA.

**P**or ser esta ciencia la del Universo, ó de toda la maquina del orbe en que habitamos, junto con los cielos, planetas y astros brillantes, que sorprenden nuestra vista, se divide en Astronomía y Geografía. Por tanto, explicarán los Alumnos, y demostrarán en un plano los círculos principales de que se componen las esferas, sus oficios y propiedades, para determinar y medir los terminos ó datos de los astros. Explicarán los movimientos diurno y natural de todos los astros, dando razon de los diámetros de los planetas comparados con la tierra, segun la opinion más recibida. Numerarán las constelaciones, que actualmente se consideran en el firmamento, y declararán el nombre de las estrellas mas principales que ellas contienen; y por ultimo operarán en las esferas materiales quantos problemas se sirvan proponerles, relativos á las medidas de latitudes, longitudes, declinaciones, ascensiones, azimuthdes, amplitudes, depresiones, horarios de los astros, &c.

GEO-

## GEOGRAFÍA.

**S**iendo la Geografía la ciencia que da la descripción universal de toda la tierra, sin perder de vista el cielo, á cuyas dilatadas esferas se refiere la exacta delineación del orbe terrestre, manifestando la correspondencia que este tiene con los círculos que se consideran en la esfera celeste; manifestarán los Alumnos en un plano, y en el globo material, que cosa sea latitud, y longitud de un lugar, posición y distancia entre dos lugares; posiciones que puede tener la esfera, sus zonas, climas, y habitantes de la tierra, respecto á los círculos en que están constituidos; satisfaciendo á quantos problemas se les quisieren proponer. Darán también razón de la división general de la superficie del globo, en sus quatro partes principales, señalando sus confines, subdividiéndolas en reynos, é islas principales, explicando el nombre de los mares que rodean la extensión de la tierra, y definiendo lo que son penínsulas, istmos, cabos, golfos, bahías, senos, estrechos, ríos, barras, &c.

NA-



## NAVIGACION.

**F**undados estos Alumnos en los principios generales de las Geometrías, Trigonometrías y Cosmografía, satisfarán demostrativamente á quantos problemas se les preguntaren sobre el rumbo que lleva el Navio, los defectos que puede tener, y modo de hallarlos y corregirlos. Darán la explicacion y construccion del instrumento con que se halla la distancia navegada; de los instrumentos mas utiles para hallar las alturas de los astros en el mar, y modo de corregirlas de todos los defectos físicos que ellos tienen; corregir sus declinaciones en qualquier horario, para poder hallar la verdadera latitud del lugar en que existe el Navio; y mediante esta, corregir los defectos que se hallaren en la fantasía, ya por causa de las corrientes, ó de otro accidente á que está expuesta; deducir la longitud hallada por el rumbo corregido, y la diferencia de latitud en partes meridionales. Colocarán su punto en las cartas hidrográficas, y en ellas operarán quanto se les preguntáre relativo á la Navegacion. Explicarán el modo como se han

han de formar los Diarios Nauticos, que sean de facil inteligencia, y se puedan sacar de ellos las mayores utilidades para el bien publico; explicando las precauciones que ha de tomar el Piloto quando se alarga de una tierra, ó está cerca de la del recaló; y lo que debe practicar quando haya de fondear en un parage no conocido. Darán tambien razon de la formacion del Calendario Gregoriano, para poder arreglar sus operaciones nauticas, y el calculo de las mareas.

## **DISEÑO Y FORMACION DE CARTAS DE PLANOS DE PUERTOS Y COSTAS MARITIMAS.**

Como las cartas ó quarterones de grados crecidos son las que estan en uso entre los Navegantes, para hallar el verdadero lugar del Navio, mediante la latitud y longitud; explicarán estos Alumnos el modo de formarlas con la mayor exactitud, para poderse servir de ellas en sus navegaciones; las precauciones y disposiciones que han de tomarse para levantar, diseñar y sondear qualquier plano de terreno, puertos,

tos, bahías, y costas marítimas; sean accesibles, ó por enemigas inaccesibles, y el modo como se han de iluminar, para que sean útiles á los Navegantes. Demostrarán tambien el modo de hallar verdaderamente la distancia de qualquier objeto desde el punto de la situacion del Navio á la del otro punto inaccesible, sin haber de estimarla para determinar el punto en que se halla.

### ASTRONOMÍA NAUTICA.

Siendo la Astronomía la que dirige al Piloto para corregir sus datos en la Navegacion, y para averiguar con la mayor exactitud el lugar en que existe el Navio; demostrarán y resolverán estos Alumnos los problemas conducentes á hallar las latitudes, longitudes, declinaciones, ascensiones, amplitudes, azimuthides, alturas y horarios del sol, ó de qualquier astro; sus arcos diurnos y nocturnos; la hora en que empieza ó acaba el crepusculo de qualquier dia. Hallarán la latitud del lugar, mediante la observacion y declinacion del sol, luna ó estrellas, ya estén en el meridiano, ó bien en el horizonte, vertical primario,

marío, coluro de los equinoccios, y en qualquier horario.

Explicarán tambien el modo de hallar la latitud del lugar por dos alturas del sol observadas, y el tiempo discurrido entre las dos observaciones, medido con un reloj comun, inventado por Don Cornelio Douvves; y aunque este Autor y otros resuelven este problema por las tablas de numeros solares, mediante la latitud de estima sin la correspondiente demostracion; ofrecen estos Alumnos demostrarlo y resolverlo, con sola la observacion y declinacion del sol, arreglado á los preceptos de la Astronomía y Trigonometría, en cuya demostracion, á mas de hallar la latitud cierta del lugar, hallarán el azimuth, y hora verdadera en que se hicieron las dos observaciones; y como frequentemente sucede, y particularmente quando se navega cerca de las costas, y en tiempos de nieve, que se aproximan los terminos aparentes del horizonte visible, y que en muchos de estos casos es deseable una exacta observacion; explicarán y demostrarán el modo de hallar la verdadera depresion de horizonte, y la distancia del observador á qualquier

quier objeto observado, no por el calculo del referido Douvres, sino por el demostrativo que va explicado; y por ultimo, explicarán el modo de hallar la longitud en que está el Navio, mediante las observaciones de las distancias de la luna al sol, ó á una estrella, y sus alturas sobre el horizonte.

## MANIOBRAS DE LOS NAVIOS.

**C**omo la maniobra sea la ciencia que tiene por objeto el aparejo y movimientos que admiten las embarcaciones por medio del timon y de las velas, á fin de poder determinar los distintos rumbos que conviene que dirija el Piloto, para transferirse de unos á otros parages; explicarán estos Alumnos los efectos del timon y de las velas; el modo como deben manejarse, y aferrarse las velas de un Navio en todas posiciones de angulos de viento y fuerza de él; el metodo y precauciones que se deben adoptar para levarse de un puerto, playa ó bahia, y fondear en ellos; como debe el Navio ponerse al payro, y capa, segun la fuer-

fuerza del viento y mar, á fin de evitar una desgracia ; y determinar el tiempo mas propio para ponerse en camino, con la mayor prontitud, estando en la posicion referida. Explicarán las biradas por abante, ó por redondo, y quando convenga usar de una ú de otra, manifestando el modo y tiempo en que han de hacerse los movimientos de las velas y timon, á fin de dar al Navio la mayor velocidad, para conseguir el mas pronto movimiento giratorio. Explicarán las causas y efectos que contribuyen á la mayor orzada, y derribada de un Navio, y el modo como estas deben conseguirse, quando no quiere obedecer el Navio en los casos urgentes, &c.

## ANEXO 4. CONTRIBUCIONES QUE AVALAN LA TESIS

PINTOS, G., Y IBÁÑEZ, I. (2019). Antonio de Gaztañeta e Iturrizalza (1656-1728): Notas biográficas inéditas. *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Vol. 42, Núm. 86, 99-119.

**Resumen:** *En las biografías publicadas de Antonio de Gaztañeta, normalmente se resalta su figura científica y la de marino de guerra. La información sobre los inicios de su carrera como piloto, hasta que en 1684 es nombrado piloto de la Armada Real, es escasa e incompleta. Se ha comprobado además que, en general, esa información está pautada por los datos autobiográficos referidos por Gaztañeta en sus obras. En este artículo, damos unos apuntes biográficos inéditos de la primera etapa de Gaztañeta, en concreto, de su formación como marino mercante vinculado a la Carrera de Indias. Para ello, se ha tomado como base fundamental el expediente de su examen para la obtención del grado de Piloto de la Provincia de Nueva España, que se conserva en el Archivo General de Indias.*

**Palabras clave:** *Antonio de Gaztañeta, Piloto, Piloto Mayor, Casa de la Contratación, Sevilla, Carrera de Indias, Cátedra de Cosmografía, Navegación, Enseñanzas náuticas, Armada, Siglo XVII.*

PINTOS AMENGUAL, G. La influencia del Museo Matemático de Bilbao (1742) y las Lecciones Náuticas (1756) de Miguel Archer, en el Tránsito del “Arte de Navegar” a la “Navegación Astronómica Científica” en la formación de los Pilotos españoles. Lull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Fecha de aceptación 09/01/2020. Fecha de Publicación en el número correspondiente a 2021.

**Resumen:** *Este artículo trata de poner de manifiesto el impacto que tuvieron el Museo Matemático de Bilbao [1742] y las Lecciones Náuticas [1756] de Miguel Archer, en el tránsito del “Arte de Navegar” a la “Navegación Astronómica Científica” en la formación de los pilotos españoles. Para ello, primero se abordan los elementos que constituyeron la transición. Una vez establecidos, se enfrenta el plan de estudios seguido en el Colegio de San Telmo de Sevilla, que databa de 1552 hasta 1748 que se promulgó en las Ordenanzas Generales de la Armada, con el del Museo Matemático de Bilbao ideado por el piloto particular Miguel Archer. Finalmente, a través del análisis de los planes de estudios y los textos utilizados en ambas instituciones se determina que el Museo Matemático de Bilbao y las Lecciones Náuticas [1756] de Miguel Archer significaron el inicio de la “Transición de la Navegación Astronómica Científica” en España.*

**Palabras clave:** *Miguel Archer. Museo Matemático de Bilbao. Transición a la Navegación Astronómica Científica. Pilotos. Planes de Estudio.*



PINTOS AMENGUAL, G. La edición de textos sobre Navegación durante los siglos XVI – XVIII: Un apunte histórico, que será publicado en la Revista *Espacio Tiempo y Forma. Serie IV, Historia Moderna* (UNED) en el número correspondiente de 2020.

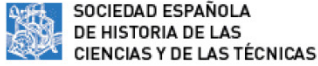
**Resumen:** *En este trabajo, nos proponemos realizar un estudio sobre la producción de textos de Navegación editados durante los siglos XVI al XVIII, periodo en el que se produjo una gran transformación en los métodos empleados en la Navegación. En la que se pasó de realizar una Navegación basada en lo intuitivo y el empirismo hasta llegar a lo especulativo, alcanzando la práctica de la Navegación Científica Astronómica. Pero en este trabajo, no se evalúa la calidad científica de los textos, sólo nos ocupamos de los indicadores que afectan a la producción de los autores, los lugares de edición de los textos y la interrelación que pudieron tener con los hechos relevantes que acompañaron a la formación de los pilotos durante el periodo objeto de este estudio y conocer si estos intervinieron en la producción.*

**Palabras Clave:** *Textos de Navegación. Productividad. Pilotos. Regimientos de Navegación. Arte de Navegar.*

PINTOS AMENGUAL, Gabriel. Evolución del cálculo de la latitud por la altura meridiana incluido en los textos para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en tiempo de los Austrias. Naveg@mérica. Revista electrónica editada por la Asociación Española de Americanistas [en línea]. 2020, n. 25. Disponible en: <<http://revistas.um.es/navegamerica>>. [Consulta: Fecha de consulta]. ISSN 1989-211X.

**Resumen:** *Durante los siglos XVI y XVII, los Regimientos de Navegación fueron los textos donde se formaron los pilotos de la Carrera de Indias. Por lo que su análisis constituye un instrumento eficaz, para conocer el grado de formación que recibieron y su evolución. Dentro de los conocimientos exigidos a los pilotos se incluía el cálculo de la latitud observada por altura meridiana del Sol, lo que conformó el primer método astronómico de posicionamiento, que se les enseñó a los pilotos de la Carrera de Indias. En este artículo nos adentramos en el análisis de ese método de posicionamiento astronómico y su evolución a través de los textos seleccionados. Finalmente presentamos las reglas empleadas por los diversos autores, en las que durante el periodo estudiado no varió el procedimiento utilizado.*

**Palabras Claves:** *Pilotos de la Carrera de Indias. Regimientos de Navegación. Reglas del Sol. Cálculo de la latitud por altura meridiana. Casa de la Contratación de Sevilla.*



Antonio González Bueno, director de la revista Lull,

HACE CONSTAR

Q. D. Gabriel Pintos Amengual ha publicado un trabajo titulado, "Antonio de Gaztañeta e Iturrizalza (1656-1728) Notas biográficas inéditas" incorporado al volumen 42, (Nº 86), correspondiente al año 2019, en las páginas 99-119.

Asimismo, el trabajo titulado "La influencia del Museo Matemático de Bilbao (1742) y las Lecciones Náuticas (1756) de Miguel Archer, en el Tránsito del "Arte de Navegar" a la "Navegación Astronómica Científica" en la formación de los Pilotos españoles", del mismo autor, ha sido evaluado y aceptado por nuestra revista y será publicado en el número correspondiente a 2021.

Para que surta los efectos oportunos, a petición del interesado, firmo en Madrid, a 14 de enero de 2020.

Antonio González Bueno



ESPACIO, TIEMPO y FORMA  
SERIE IV. Historia Moderna



CERTIFICACIÓN ACREDITATIVA DE COLABORACIÓN ACEPTADA EN *ESPACIO, TIEMPO Y FORMA. SERIE IV (Historia Moderna)*, DE LA UNED.

**JULIO L. ARROYO VOZMEDIANO**, como Editor de la Revista *Espacio, Tiempo y Forma. Serie IV (Historia Moderna)*, Revista de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

**CERTIFICA QUE:**

que el trabajo "La edición de textos sobre Navegación durante los siglos XVI – XVIII: Un apunte histórico", presentado por D. Gabriel Pintos Amengual, ha sido aceptado para su publicación en nuestra revista en su próximo número.

Lo que expido, a petición del interesado, para que surta los efectos oportunos en Madrid, a veinte de mayo de 2020

Firmado:

**Julio Arroyo  
Vozmediano**  
O

Firmado digitalmente por Julio Arroyo Vozmediano  
Nombre de reconocimiento (DN):  
cn=Julio Arroyo Vozmediano,  
o=UNED, ou=Departamento de  
Historia Moderna,  
email=jlarroyo@geo.uned.es, c=ES  
Fecha: 2020.05.20 12:57:36 +02'00'

Julio L. Arroyo Vozmediano

Editor de la Revista *Espacio, Tiempo y Forma. Serie IV (Historia Moderna)*



D. Juan José Sánchez Baena, Director de *Naveg@mérica*. *Revista Electrónica editada por la Asociación Española de Americanistas*

Informa

Que el artículo titulado "*Evolución del cálculo de la latitud por la altura meridiana incluido en los textos para la formación de los pilotos de la Carrera de Indias en tiempo de los Austrias*" presentado por D. **Gabriel Pintos Amengual**, tras un proceso de revisión por pares, ha sido aceptado y será publicado en el próximo número 25 de dicha Revista.

Y para que conste a los efectos oportunos lo firmo

En Murcia, a 21 de julio de 2020.



Dr. Juan José Sánchez Baena  
Director de *Naveg@mérica*

