

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

# TÉCNICA E INGENIERÍA EN ESPAÑA

## I

# EL RENACIMIENTO

## De la técnica imperial y la popular

|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Alicia Cámara Muñoz        | M. <sup>a</sup> Jesús Mancho Duque    |
| Jordi Cartaña i Pinén      | Pedro Mora Piris                      |
| Fernando Cobos Guerra      | Fernando Sáenz Ridruejo               |
| Jesús Criado Mainar        | Julio Sánchez Gómez                   |
| Mariano Esteban Piñeiro    | Manuel Silva Suárez                   |
| Nicolás García Tapia       | M. <sup>a</sup> Isabel Vicente Maroto |
| Miguel Á. Granada Martínez | Siro Villas Tinoco                    |
| Alexander G. Keller        |                                       |

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA  
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»  
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

Publicación número 2.829  
de la  
Institución «Fernando el Católico»  
(Excma. Diputación de Zaragoza)  
Plaza de España, 2 • 50007 Zaragoza (España)  
Tels.: [34] 976 288878/79 • Fax [34] 976 288869  
ifc@dpz.es  
<http://ifc.dpz.es>

#### FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA SUÁREZ, Manuel  
*El Renacimiento: De la técnica imperial y la popular* / Manuel Silva Suárez. —  
Zaragoza: Real Academia de Ingeniería : Institución «Fernando el Católico» :  
Prensas Universitarias, 2008

760 p. : il. ; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España ; I)  
ISBN: 978-7820-XXX-X

1. Ingeniería-Historia-S. XVI y XVII. I. SILVA SUÁREZ, Manuel, ed. II. Institución  
«Fernando el Católico», ed.

© De los textos, sus autores.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,  
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008.

Cubierta: Diversos modelos de alambiques recogidos por Miguel Agustí en el libro  
*Secrets d'Agricultura, casa rústica i pastoril* (Barcelona, 1617). El uso más  
común de estos ingenios era la destilación de licores. No obstante, con el  
objetivo de conseguir restaurativos medicinales, también se empleaba para  
conseguir extractos de flores, cortezas, frutas y raíces, e incluso de animales  
como ranas, garzas, babosas u hormigas.

Contracubierta: Para romper una pieza defectuosa de artillería se construía un peque-  
ño horno con el que se le calentaba por el lugar deseado. Una vez alcanza-  
da la temperatura adecuada se rompía con golpes de maza. Con objeto de  
avivar el fuego se solía emplear una pareja de barquines como los mostra-  
dos. (*Discurso del Capitán Cristóbal Lechuga, en que trata de la Artillería y  
de todo lo necesario a ella con un tratado de fortificación y otros adverti-  
mientos*, Milán, 1611; fig. 27).

ISBN: 978-84-7820-814-2 (obra completa)

ISBN: 978-84-7820-975-0 (2.ª edición ampliada del volumen I)

Depósito Legal: Z-XXXX-08

Corrección ortotipográfica: Marisancho Menjón y María Regina Ramón

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

## La construcción naval

M.<sup>a</sup> Isabel Vicente Maroto  
Universidad de Valladolid

Para el Arte de la navegación, los más necesarios instrumentos son los navíos, sin los cuales no se puede ejecutar este arte.

Fernando Oliveira: *Livro da Fabrica das naus*, h. 1580

La construcción de navíos estuvo siempre en manos de carpinteros de ribera, que aprendían el oficio trabajando al lado de un experto, generalmente transmitido de padres a hijos, guardando siempre el secreto sobre las técnicas practicadas. Pero el descubrimiento del Nuevo Continente creó la necesidad de mejorar las naves para la difícil travesía atlántica, estimulando el perfeccionamiento de la construcción naval. La técnica española, junto a la de los portugueses, llegó a ser la más avanzada de Europa. Desde los Reyes Católicos, la Corona española emprendió una política sistemática de construcción naval, promocionada de una manera rotunda por Felipe II —en palabras de Casado Soto<sup>1</sup>— «como instrumento estratégico de primera magnitud, para tratar de sostener un imperio que se expandía por todo el Globo, controlando las rutas oceánicas mediante los más idóneos barcos, dotados de una buena artillería».

Sevilla fue el centro neurálgico de la administración de las Indias y de todos los asuntos marítimos en general; en el momento de su mayor esplendor, a mediados del siglo xvi, la ciudad llegó a tener 140.000 habitantes, población solo superada entonces por París y Londres. Pero el desarrollo de la marina de Castilla se sustentó, en buena parte, en la pericia y artes marineras de los pueblos de la cornisa cantábrica. Durante el primer siglo del descubrimiento de América, la mayor parte de los buques que llegaron a América y al Pacífico fueron barcos españoles construidos en tres provincias del norte peninsular, en los astilleros de Guipúzcoa, Vizcaya y Cantabria, aunque también se estimularon y protegieron por parte de la Corona las actividades marítimas de otras regiones. La protección a los astilleros y puertos vasco-cántabros y su floreciente comercio, industrias férreas y artesanía de jarcias y aparejos, se acentuó durante el

---

<sup>1</sup> J. L. CASADO SOTO: *Los barcos españoles del siglo xvi y la Gran Armada de 1588*, 1988.

reinado de Carlos I, llegando al extremo de que, a pesar del centralismo de Sevilla, el monarca dispuso en 1534 que no se permitiera ir a las Indias a ningún navío fabricado en las costas de Sevilla, Sanlúcar, Cádiz, Puerto de Santa María, condado de Niebla, marquesado de Gibrleón y Ayamonte, de cuyos lugares solo se permitirían barcos pequeños, pataches, galeras y embarcaciones menores auxiliares, que fueran de aviso; las naos y galeones habían de ser construidas en el norte de España, aunque las protestas de las restantes regiones hicieron que esta disposición fuese escasamente cumplida y durase poco tiempo. Y en Cataluña trabajaron también algunos excelentes constructores, así como en los astilleros de las colonias americanas.

Señala José M.<sup>a</sup> Martínez Hidalgo<sup>2</sup> que el poderío marítimo siguió el rumbo de la civilización, o la civilización el del poderío marítimo, marchando hacia el Oeste, de Fenicia a Cartago y de Grecia a Roma, y que todos esos pueblos declinaron, como Bizancio, en cuanto surgieron otros con flotas más potentes y de superior dominio de la técnica de la construcción naval.

## I

### LOS NAVÍOS IBÉRICOS

La fábrica tenida en común por mejor, y la que yo por tal estimo, es la que se hace en las provincias de Viscaya, y la que se haze en Portugal, la qual aún quieren sus naturales que sea sin competencia.

Tomé Cano: *Arte para fabricar, fortificar y aparejar naos*, 1611

Uno de los factores más influyentes en la realización de las grandes navegaciones de la Edad Moderna fue la mejora de las embarcaciones, tanto en lo relacionado con su maniobrabilidad como en la resistencia de sus estructuras.

El océano Atlántico y el mar Mediterráneo constituyen dos áreas marítimas bastante diferentes, sobre todo en lo que se refiere a características geográficas, hidrográficas y meteorológicas. Las peculiaridades de la navegación oceánica, propia de las costas atlánticas, hicieron preferir a los marinos de los puertos de esta vertiente costera de la Península Ibérica el uso de barcos de vela. Por el contrario, en el mar Mediterráneo se utilizaron las galeras y galeazas, barcos tradicionalmente usados en esas aguas y caracterizados por disponer de propulsión a remos.

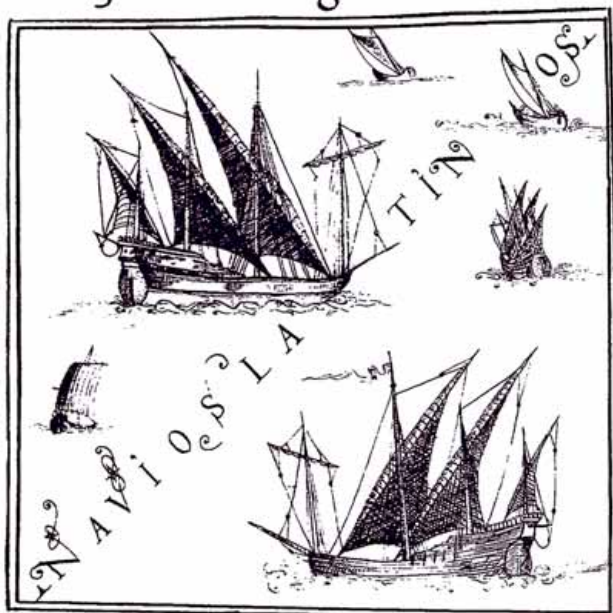
#### I.1. *Navíos de vela y de remo*

La tradicional división de los navíos en embarcaciones de vela y de remo es suficientemente operativa cuando se trata de ver cuáles eran las principales diferencias

---

<sup>2</sup>J. M. MARTÍNEZ HIDALGO: *Las naves del descubrimiento y sus hombres*, 1992.

## Lib. j. De la nauegacion delos



**15.1. Navíos latinos, con las características velas triangulares** (Juan Escalante de Mendoza: Itinerario de Navegación de los mares y tierras occidentales, h. 1575; manuscrito del Museo Naval de Madrid).

estructurales entre ambos<sup>3</sup>, y su distinción funcional, que en buena parte depende de las soluciones técnicas adoptadas según las exigencias específicas del modo de propulsión: en un caso la energía eólica, en el otro la fuerza humana.

En términos muy genéricos, el navío de vela es más panzudo y dispone de un mayor espacio para mercaderías, ya que el número de tripulantes y sus exigencias de abastecimiento no ocupan más que una pequeña parte del espacio disponible. La elevada superficie de vela asegura una eficiencia adecuada con viento predominante por la popa. Por tanto es, en esencia, un navío mercante. El de propulsión a remos es, al contrario que el anterior, de bajo bordo, ya que ha de estar lo suficientemente próximo a la línea de agua para poder ser movido por los remos, que constituyen su principal fuerza impulsora. Dispone normalmente de velas, tal como los navíos de vela (redondos) más pequeños pueden disponer de remos, pero solamente como medios auxiliares de

<sup>3</sup> F. CONTENTE DOMINGUES: *Os navios do mar Océano. Teoria e empiria na arquitectura naval dos séculos XVI y XVII*, Centro de História da Universidade de Lisboa, 2004. Es un trabajo excelente, por su rigor metodológico, sobre la construcción de navíos portugueses.

propulsión. Lo que prevalece en el navío de remos es la agilidad de maniobra, la función automotora que lo hace independiente del régimen de los vientos. Pero para ello es necesaria la presencia a bordo de un gran número de remeros, en relación al tonelaje, dejando muy poco espacio libre para transportar las mercancías y el alimento de la tripulación y de la chusma. Los navíos de remos son, desde la Antigüedad, navíos de guerra por excelencia, por su obvia inutilidad como navíos de transporte en larga escala, utilizables preferentemente en mares cerrados o junto a la costa, dada tanto su falta de autonomía como su configuración morfológica, lo opuesto a los de vela.

Pero aunque esta simplificación omite múltiples situaciones particulares —navíos redondos preparados para la guerra, como surgen en la época que tratamos, o galeones dedicados al comercio— tiene ventajas cuando se trata de destacar lo esencial. Además, tanto en España como en Portugal existían muchas embarcaciones auxiliares, englobando un gran número de soporte a los grandes navíos. A su lado cumplían múltiples funciones, desempeñando misiones de toda índole, pero tienden a ocultarse por la sombra proyectada por los imponentes navíos de comercio y de guerra que aseguraban las rutas interoceánicas y figuraban en la primera línea de batalla. La división, pues, en tres tipos de embarcaciones, de vela, de remo y auxiliares, se impone para una consideración sencilla de los navíos ibéricos.

## 1.2. *Los navíos mediterráneos*

En aguas del Mediterráneo han convivido hasta hace muy poco navíos de vela y de remos. En la Edad Media y atendiendo al buque principal, al de tráfico de altura y gran cabotaje, se fueron sustituyendo las naves latinas del comercio veneciano, genovés, francés, catalán y castellano por las *naos* de aparejo redondo (en realidad, velas con formato trapezoidal, ganando aquella designación por el aspecto que toman cuando son henchidas por el viento), primero de un solo palo, después de dos con igual número de velas, una mayor, cuadra, y una mesana, latina; en cuanto a las embarcaciones menores, de cabotaje o pesca, la relación sería muy extensa, con variantes regionales y nombres muy diversos para tipos semejantes. Incluso la terminología es muy confusa, de modo que *coca*, *nao* y *carraca* se refieren a un mismo tipo<sup>4</sup>. En la época del descubrimiento de América solo convivían en el tráfico comercial la *nao* con la *carraca*, diferenciándose en el tamaño: la *nao* podía ser de 100 a 300 toneladas<sup>5</sup>, y la *carraca* superar las 1000, hasta que también desaparece el nombre de *carraca* y queda solo el de *nao*, con un palo central muchísimo mayor que los otros dos; el mayor sería el de verdadera impulsión, el de carga y desempeño, y el trinque-

---

<sup>4</sup> J. M. MARTÍNEZ HIDALGO, *op. cit.*, 1992.

<sup>5</sup> El tonel o tonelada era unidad de medida de arqueo, puesto que lo que entonces podían medir era el volumen de carga útil que cabía en el cuerpo del navío, y no unidad de medida del desplazamiento de la embarcación, es decir, de su peso, como erróneamente han interpretado algunos estudiosos. J. L. CASADO SOTO, *op. cit.*, 1988.

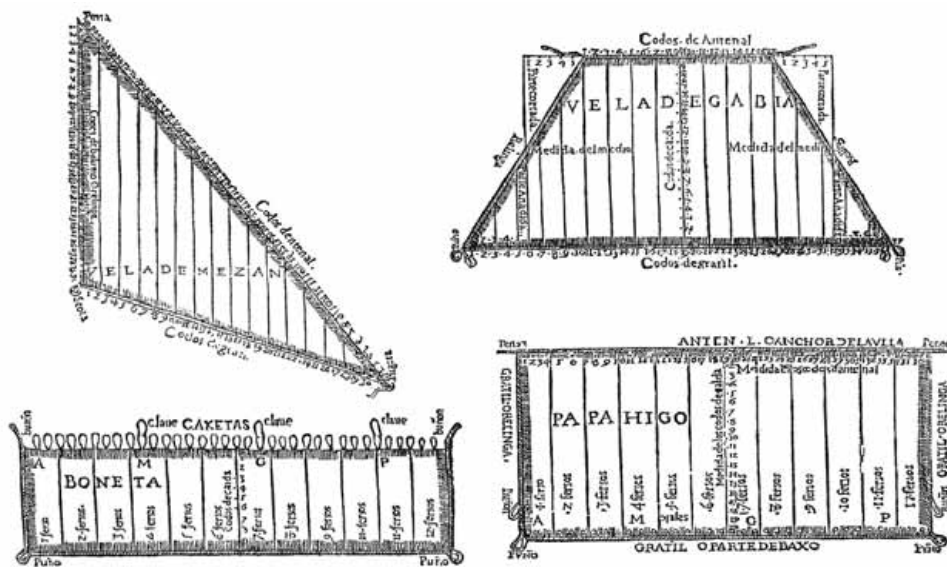
te y mesana supondrían velas de maniobra principalmente. Esta nao de tres palos y velas cuadras sería de maniobra mucho más fácil que las antiguas de velas latinas, muy difíciles y peligrosas, sobre todo en las viradas; finalmente, como buque de carga pasará a ser llamado *nave*.

La galera mediterránea, *nave longa*, baja y estrecha, para la acción de los remos y posibilitar una elevada velocidad, debía el calificativo a su mucha eslora, o longitud, respecto a la manga, anchura, en proporción variable de 4 ó 5 a 1 y de 9 a 1; al contrario que en las naves redondas, en ellas el elemento auxiliar era la vela. Se utilizaban para la guerra y el transporte de pasajeros y mercancías de poco peso y volumen, pero de gran valor. Su facultad de movimientos con independencia del viento hizo de la nave longa o galera el buque de guerra por excelencia hasta los tiempos de Lepanto, en el Mediterráneo, donde llegaría hasta la segunda mitad del siglo XVIII<sup>6</sup>. En



**15.2. Pedro de Medina: Regimiento de navegación (Sevilla, 1561):** (1) Portada del texto con una nao atlántica que lleva las armas del emperador; (2) Diferentes tipos de navíos: galera, carraca, nao, carabela y otros menores.

<sup>6</sup> La longevidad de la galera llega hasta el siglo XX. Francia desarmó su último navío de remos en 1814, Génova en 1830, pero en Estambul se mantuvo, de forma que la última galera de guerra del Mediterráneo llegó hasta 1929. F. CONTENTE DOMINGUES, 2004, p. 270.



**15.3. El velamen; primeros patrones impresos:** *Mezana* [sic] (triangular, en el mástil más a popa en un buque de tres palos, se enverga en un cangrejo), *gabia* [sic] (trapezoidal, va en el mástil mayor), *boneta* (rectangular; paño adicional a una gavia o papahigo, para aumentar su superficie) y *papahigo* (rectangular, es vela mayor, exceptuada la mesana) (Diego García de Palacio: Instrucción náutica para el buen uso, y regimiento de las naos, su traça y gobierno, Méjico, 1587).

el siglo xv y gran parte del xvi, las galeras arbolaban un solo palo con vela latina. Poco antes de Lepanto, según se deduce de algunos grabados de la época, apareció en ciertos casos un tímido trinquete, y el mayor se traslada al centro; los dos palos se generalizaron en el siglo xvii.

A las órdenes de un capitán, la dotación de las galeras en el siglo xvi se dividía entre gente de cabo, que comprendía la gente de guerra y la gente de mar, y gente de remo o chusma, compuesta por voluntarios o buenasboyas, forzados (condenados por sentencia judicial, temporal o a perpetuidad) y esclavos. El cometido de la chusma durante la navegación era bogar si se iba a remo, y mudar la antena si se iba a vela.

Otras embarcaciones más pequeñas del tipo de las galeras, tales como *galeotas*, *fustas* y *bergantines*, en orden decreciente de tamaño y número de bancos de remos, se utilizaban (también por los portugueses en Oriente y el norte de África) fundamentalmente como auxiliares y para misiones de reconocimiento y aviso, por su movilidad, rapidez y pequeño calado.

La *galeaza* era una galera grande, empleada como mercante en grandes viajes a partir de la primera mitad del siglo xvi, pero sobre todo para combates; marcaría el tránsito de la galera al galeón y al navío, aunque no por evolución. De más alto bordo que las galeras, tuvo su origen en Venecia, al remontar con una cubierta a sus





**15.4. Galeaza y galeones:** (1) Galeaza (provista de remos, lleva una gran plataforma en popa); (2) galeón con cuatro puentes artilleros, en primer plano, y otros galeones y carracas; (3) Galeón capitana de la armada de Álvaro de Bazán (las tres primeras imágenes son detalles del fresco de Niccolò Granello, La toma de la Tercera, 1583; Sala de las Batallas, El Escorial, h. 1586); (4) Galeón capitana de la armada del almirante Hoces, 1634 (Archivo-museo del Viso del Marqués, Ciudad Real).

galeras mercantes y armarlas después con un buen número de cañones; resultaban muy pesadas y se movían con lentitud, a pesar de emplear cinco o seis hombres en cada remo.

### 1.3. Los navíos oceánicos

La navegación transoceánica dio lugar a la aparición de nuevos tipos de navíos. Con el regreso de Bartolomeu Dias a Lisboa, en diciembre de 1488, llegó la garantía de la existencia de un pasaje marítimo del Atlántico hacia el Índico, pero también la certeza de la insuficiencia de los medios técnicos empleados hasta entonces. La carabela latina de dos palos llegaba al límite final de su utilidad en cuanto navío oceánico

de exploración. Para ir más lejos se requerían otros medios, navíos más grandes, y algunos viajes debieron ser interrumpidos por falta de abastecimiento en general, y de agua potable en particular<sup>7</sup>. Según la descripción de João de Barros, Bartolomeu Dias viajó con dos carabelas latinas y un navío de abastecimiento, que más adelante fue designado como *nao*, y que significaba navío grande, redondo (es decir, con velas redondas), por contraposición a la carabela, de velamen latino y bajo bordo.

La carabela surgió ligada a los viajes de descubrimiento en los inicios de la década de 1440, precisamente por ser un navío mayor que las barcas de las décadas anteriores. Las características que se le reconocen son exactas: navío ligero, casco afilado, buen velero, con velas latinas que facilitaban la navegación a bolina, y también al avance «contra el viento»; es decir, una embarcación ideal para singlar por mares desconocidos y hacer reconocimientos costeros. No obstante, la carabela latina aparece en los Descubrimientos portugueses<sup>8</sup> por ser un navío de mayor porte del utilizado hasta entonces, representando así un salto cualitativo apreciable, pudiendo incluso llevar mayor número de tripulantes. Pero entre 1487-1488, con la expedición de Bartolomeu Dias, quedó patente la falta de autonomía de la carabela latina para viajes de larga distancia. Se cree que estas limitaciones se debían a dos factores: falta de robustez para enfrentar largos viajes y mares difíciles; y falta de capacidad de carga para embarcar los víveres y bastimentos que permitiesen a las tripulaciones enfrentarse a largos períodos de permanencia lejos de la línea de la costa, o la travesía de lugares inhóspitos sin la certeza de encontrar agua potable. Al crecer la perspectiva de transporte de mercancías voluminosas, la carabela latina estaba definitivamente condenada para las travesías transoceánicas.

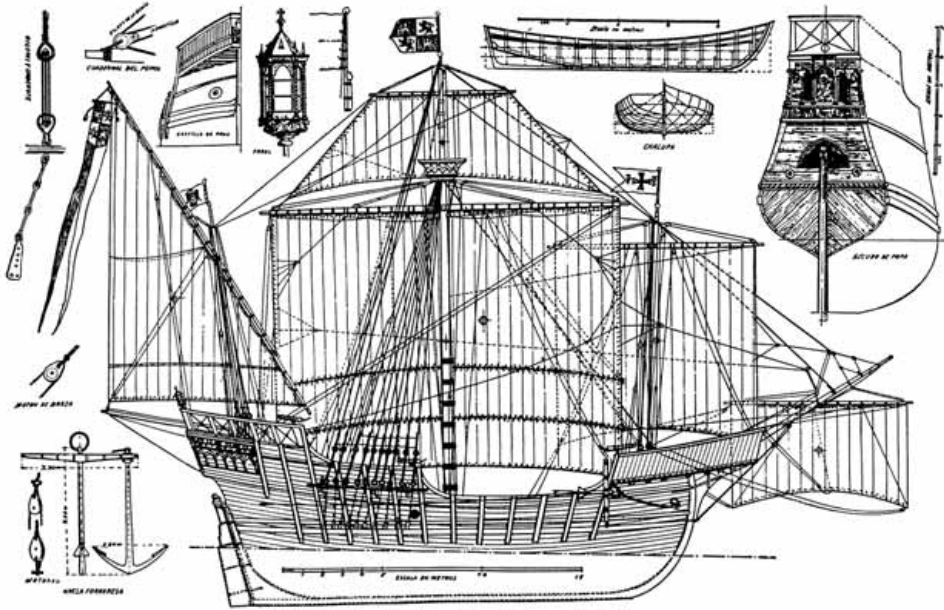
Se volvió un imperativo el uso de navíos de alto bordo, capaces de traspasar las limitaciones de las pequeñas carabelas latinas. Pero existía una imprecisión en las denominaciones, y con tipologías híbridas; es decir, no se les reconocían características perfectamente identificables con un tipo específico de navío, lo que podría haber llevado a algunos observadores a utilizar diferentes denominaciones para un mismo barco. Y la ausencia de documentos técnicos, a la par que las dificultades inherentes al cálculo correcto de los arqueamientos, hacen muy difícil una clasificación exacta de los diferentes tipos de embarcaciones utilizados en los viajes transoceánicos. Es habitual hablar de las tres carabelas que llevó Colón en su primer viaje, pero lo cierto es que la *Santa María* era una nao y solo la *Pinta* y la *Niña* eran carabelas. La Armada de Pedro Alvares Cabral, que en 1500 descubrió «oficialmente» Brasil, es hoy razonablemente bien conocida, después de algunas polémicas<sup>9</sup>; la tipología de los navíos de Vasco de Gama era híbrida: su armada de 1502 constaba de

---

<sup>7</sup> Jorge SEMEDO DE MATOS: «A Marinha Joanina. A passagem do Cabo da Boa Esperança», *Revista da Armada*, n.º 32, año X, julio, 1999.

<sup>8</sup> F. CONTENTE DOMINGUES, 2004, cap. II: «Navíos e embarcações auxiliares».

<sup>9</sup> LUÍS ADÃO DA FONSECA: *Pedro Alvares Cabral. Uma viagem*, Lisboa, Inapa, 1999.



**15.5. Reconstrucción de la nao Santa María (1892).** Fue realizada con motivo del cuarto centenario del descubrimiento de América, como base para su realización física. Junto con las carabelas Niña y Pinta, formaron la flota que llevó Colón en su viaje de 1492. En el velamen se puede apreciar la mesana, gavia, boneta (trapezoidal), papahígo... El castillo de popa no es tan elevado como lo fueron después los de los galeones especialmente pertrechados para la guerra.

nueve o diez navíos redondos principales, naos, y tres o cuatro navíos más pequeños, incluyendo carabelas<sup>10</sup>.

Con la navegación transatlántica surge el galeón de guerra y mercante. La clasificación de los variados tipos de naves oceánicas del siglo XVI no es fácil<sup>11</sup>. Así, Fernando Oliveira, autor del primer tratado portugués sobre construcción de navíos, el *Libro da Fabrica das naus* (h. 1580), advierte:

Los nombres de las especies, o maneras de los navíos, y barcos, así de un género como de otro, son casi incomprensibles: así por ser muchos, como por la mucha mudanza que hacen de tiempo en tiempo, y de tierra en tierra.

<sup>10</sup> En 1497 Vasco de Gama en su viaje hacia la India dobló el cabo de Buena Esperanza. Su flota estaba formada por un navío de transporte, por la carabela Bérrio y por las naos San Gabriel y San Rafael, y una tripulación de entre 150 y 170 hombres, de los cuales solo cerca de un tercio regresó. En abril de 1502 partió de nuevo para la India al mando de una gran armada, afirmando definitivamente la presencia portuguesa en Asia, existiendo desde entonces una escuadra de vigilancia en el mar de la India. A finales de 1503, Vasco de Gama llegaría a Lisboa con las naos cargadas y sin pérdidas. CONTENTE DOMINGUES, 2004.

<sup>11</sup> J. L. RUBIO SERRANO: *Arquitectura de las naos y galeones de las flotas de Indias*, 1991.

En principio, *nao* (del griego *naus*, 'nave') es aplicable a toda clase de embarcaciones consistentes en un vaso, casco hueco o buque, protegido o no por una cubierta. Más adelante, este se aplica a un determinado tipo de embarcación.

Las *naos cantábricas* fueron el tipo de buque más utilizado durante el siglo xvi en España. Como se ha señalado, factores tan diversos como la navegación oceánica, las necesidades militares o el desarrollo de los intercambios comerciales incidieron en su constante evolución a partir del inicio de los descubrimientos geográficos<sup>12</sup>. Esta evolución dio lugar a la transición desde las naos de corto puntal y una sola cubierta a las más voluminosas de dos cubiertas, construidas a lo largo de la segunda parte de la centuria.

La *nao* podría ser definida como embarcación de vela grande, utilizada indistintamente para carga o para guerra, con un porte comprendido entre 100 y 600 toneles, con tres mástiles además del bauprés, aparejados de velas cuadradas, paño redondo, en el mayor y en el trinquete, y vela latina en el palo de mesana. La importancia de la arboladura y de las velas fue creciendo a medida que los barcos se aventuraban en la navegación de altura. La *nao*, por tanto, es un tipo de embarcación de alto bordo, con castillo de proa y altas estructuras de popa llamadas *alcázar* o *tolda*. Construida principalmente para la navegación de altura y con propulsión exclusivamente a vela, reunían las condiciones de buena maniobrabilidad y navegación oceánica, con la capacidad de carga para efectuar el transporte de mercancías.

La elevación de los castillos de proa y popa se hizo por razones militares, y también para conseguir alojamientos: el de proa podría emplearse para pasajeros de segunda clase, y el de popa para personas de distinción. El tonelaje de las naos ibéricas fue creciendo a medida que avanzaba el siglo xvi. Aunque, desde luego, los arqueamientos en la práctica no eran exactos, las sucesivas reglamentaciones pretendían un equilibrio óptimo entre las capacidades de carga y la marinería de los navíos, pero no evitaría su crecimiento puro y simple, pues con el cálculo del arqueado no se impedía que simplemente el armador aumentase los castillos para hacer subir el volumen de la *nao*, sobre todo si fabricaba por asiento<sup>13</sup>.

Esa tendencia del crecimiento era visible y empezaba a ser desaconsejable. Hubo voces en defensa de que las naos debían ser bastante grandes, y en Portugal se debatió si las naos de la India habrían de ser de 800 toneles, con tres o cuatro cubiertas, sin existir relación entre su número y su tonelaje. Pero el cosmógrafo João Baptista Lavanha (Lisboa, 1555-Madrid, 1624), castellanizado Lavaña o Labaña, primer profesor de la Academia Real Matemática de Madrid, creada por Felipe II en 1582

---

<sup>12</sup> F. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ: *Astronomía y navegación en España, siglos xvi al xviii*, 1992.

<sup>13</sup> La Corona utilizaba dos formas de fabricar los navíos, directamente o por asiento, mediante un contrato con un armador particular que fijaba las condiciones; la cantidad que pagaría el rey se estipulaba por tonelada, pero en numerosas ocasiones estos asientos arruinaron a los constructores, pues cobraban tarde, debiendo adelantar el dinero, con unos costes cada vez más altos.

a instancia de Juan de Herrera<sup>14</sup>, defendía una opinión contraria. Agustín de Ojeda, un prolífico constructor de navíos al servicio de la Corona en los astilleros vascos, y Pedro López de Soto desde Lisboa, defendieron en la última década del quinientos que los navíos debían ser rasos, sin castillos, más ligeros y veloces<sup>15</sup>. Así, mientras que en el siglo xvi se propugnaba para la fortaleza de las naos que cuanto mayores fuesen serían mejores, sugiriendo hasta 800 o 1000 toneles, a finales de la centuria se fue considerando un factor importante en la pérdida de un número creciente de navíos su excesivo tamaño, que las hacía perder cualidades marineras y las volvía más difíciles de maniobrar, lo que se evidenciaba aún más cuando se enfrentaban militarmente con navíos ingleses y holandeses, de menor tonelaje y más ágiles.

El aumento del número de cubiertas se reflejaba en un aumento de peso, y en consecuencia de calado, sin repercutir directamente en la volumetría del navío. Las dificultades que los navíos pudiesen sentir o no para entrar en determinados puertos o barras podían tener graves consecuencias desde dos puntos de vista, el de la seguridad y el financiero, y las polémicas reflejaban ambas cuestiones. Las ordenanzas españolas de 1618 estipulaban la dimensión máxima de los navíos de la carrera de Indias en función del acceso a los puertos a los que llegaban:

Los navíos que fuere necesario fabricar por cuenta de nuestra Real Hazienda, y a los que fabricaren para de merchante los particulares para las Flotas, han de ser de diez y ocho codos de manga abaxo, sin exceder de aquí arriba en nada, ni faltarles en lo que toca a las medidas, traza y fortificaciones referidas, y no mayores, por los grandes daños que resultan de que sean grandes [...] y en las entradas, y salidas de las Barras corren más peligro [...]»<sup>16</sup>.

En resumen, una *nao* puede caracterizarse como un navío redondo, de alto bordo, tres o cuatro cubiertas, castillos de popa de tres pisos y proa de dos, cuya arquitectura se integra perfectamente en el casco; arbolaba tres mástiles, el grande y el trinquete con paño redondo, y el de la mesana con paño latino. Era un navío de carga por excelencia, destinado a recorrer largas distancias en rutas conocidas, pero iba armado con piezas de artillería de gran calibre. El término tiene también un significado plural, ya que tiende a designar a los navíos de vela de gran porte.

---

<sup>14</sup> La actividad desarrollada por Lavanha al servicio de los monarcas españoles está estudiada en M.ª I. VICENTE MAROTO y M. ESTEBAN PIÑEIRO, 1991, caps. III y IV, pp. 69-177, que tratan sobre la Academia de Matemáticas de Madrid.

<sup>15</sup> Agustín de Ojeda y Pedro López de Soto, expertos constructores, fabricaron navíos de medidas semejantes hacia 1595, el primero por cuenta de la Corona en los astilleros del Cantábrico, y el segundo por asiento en Lisboa. M.ª I. VICENTE MAROTO: «Agustín de Ojeda y la construcción de navíos a finales del siglo xvi», 2006, pp. 311-344.

<sup>16</sup> RUBIO SERRANO, 1991, reproduce en un anexo el título veintiocho de las ordenanzas de 1618, «De los fabricantes y Calafates, fábricas, y aderezo de los navíos y su arqueamiento», tomada de la Recopilación de las Leyes de Indias hecha por Julián Paredes en 1681.



**15.6. Carabelas y naos portuguesas:** (1) Flota con la que Vasco de Gama dobló el cabo de Buena Esperanza en 1497: la carabela Bérrio (abajo), y las naos San Gabriel y San Rafael; (2) Segunda Armada de Pedro Alvares Cabral. (Livro de Lisuarte de Abreu, h. 1558-1564; Ms. de la Perpont Morgan Library, NY, EE.UU., ed. facs. por la Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, Lisboa, 1992).

Las *carabelas* portuguesas y andaluzas, surgidas como pesqueros, eran embarcaciones más pequeñas que las naos. El término *carabela* se recoge por primera vez en la documentación portuguesa en 1255, encontrándose todavía en 1754 en una obra impresa, y en 1766 en un manuscrito<sup>17</sup>. Por tanto, se comprende fácilmente que encubre referencias a múltiples embarcaciones, desde la pequeña carabela latina de un mástil, hasta la carabela redonda o de armada, pasando por la carabela latina de dos mástiles, que protagonizó viajes de exploración atlántica desde cerca de 1440 hasta finales del siglo xv, sin dejar después de continuar siendo utilizada en circunstancias muy variadas. Para los viajes oceánicos las carabelas aparejaban a veces velas cuadradas en el mayor o trinquete, llamándose entonces *carabelas redondas*. Estas eran las más usuales en Andalucía. El porte de las carabelas no pasa de unos 150-160 toneles.

<sup>17</sup> E. LOPES DE MENDONÇA: *Estudos sobre navios portugueses dos séculos xv e xvi*, reed., Lisboa, Ministerio de Marina, 1971.

La *carabela redonda* es el nombre moderno que aparece en la historiografía, por la misma razón que se llaman *redondos* navíos como la nao o el galeón: por armar «pañó redondo». *Carabelas armadas* o *de armada* son designaciones de la época, que indican de inmediato su funcionalidad, como sucede con varios tipos de embarcaciones, que pueden ejemplificarse como las carabelas pescaderas o de aviso. En estos casos, las funciones a que son destinadas determinan la forma de nombrar la embarcación, sin ninguna referencia a sus características morfológicas. *Carabela de armada* significa que se destinaba a la navegación en armada o al servicio de armadas. Las carabelas *redondas* y las *latinas* son tipos de navíos muy bien diferenciados, encontrando en el nombre genérico el mayor hilo de ligazón entre ambos, aunque no existe ninguna información técnica sobre las carabelas latinas, ya que los documentos y planos estudiados se refieren a las redondas. La carabela redonda poseía castillos de popa y proa, al contrario de la latina, que no podía tener ninguna estructura erguida sobre la proa del navío. La redonda está más próxima a las naos y galeones que su congénere latina. El vaso o casco de las carabelas era más alargado con relación a la manga que el de las naos, y tenían una sola cubierta sobre la que llevaban una pequeña cámara o popa.

Las carabelas eran, pues, más veloces y marineras que las naos, por lo que eran preferidas para los viajes de exploración y descubrimientos. Las naos, más lentas pero con mayor capacidad de carga (más porte), eran preferibles para el transporte de mercancías y también para la guerra, por poder soportar piezas de artillería más pesadas sobre sus cubiertas.

El *galeón* fue un tipo de nave genuinamente ibérica, al menos en su evolución y desarrollo. Nace a principios del siglo xvi como respuesta de la inventiva de los constructores peninsulares a las necesidades de mejores naves, especialmente de guerra y para los viajes de la carrera de Indias. Su definición se puede enunciar como un navío redondo de alto bordo, del tipo de la nao, pero con algunas características diferentes que indican haber sido ideado específicamente para la guerra en alta mar. Las líneas del casco eran más afiladas, algo más largo en relación a la manga que en las naos, y el bordo más bajo, tal como los castillos de popa y proa, lo que le confería mayores capacidades marineras, reforzadas por un aparejo compuesto por cuatro mástiles, los de delante (grande y trinquete) con paño redondo, y los de atrás (mesana y contramesana) con paño latino, aparejo este que se distinguía del de la nao por el acrecentamiento del mástil de la contramesana, junto a popa. Estas características le garantizaban una superior capacidad de maniobra, fundamental para la guerra naval, y las líneas del casco con pequeña elevación de las superestructuras le volvían peor blanco para la artillería enemiga, en comparación con un navío redondo típico.

Pero se han de recordar las dudas relativas a la terminología de las embarcaciones, como se puede constatar en la documentación existente, que nos revelan a cada paso que embarcaciones similares son denominadas de forma diferente. La más frecuente a este respecto es la del binomio *nao-galeón*, términos aplicados a los mismos



**15.7. Buques armados con cuatro niveles de artillería:** (1) *Nao Santa Catarina do Monte Sinai* (óleo atribuido a Cornelius Anthoniszoom, segunda década del siglo XVI, Museo de Marinha, Lisboa); (2) *Naos-galeones en primer plano* (tapiz perteneciente a la serie sobre La Conquista de Túnez por el emperador Carlos V, encargada en 1548 y realizada en oro, plata, seda y lana por el bruselense Guillermo de Pannemaker, a partir de los cartones del pintor Jan Cornelisz Vermeyen, Patrimonio Nacional; en la esquina inferior se efigia al emperador remando solo en una barca para significar su presencia en la batalla).



navíos en los mismos documentos, sugiriendo que la distinción no era clara<sup>18</sup>. Por otro lado, parece lógico pensar que una especialización funcional efectiva debía reflejarse en el armamento; es decir, se esperaría que los armadores privados armaran navíos de carga (naos) y el Rey navíos de guerra (galeones); no obstante, numerosas investigaciones demuestran que no era diferente la estrategia de los particulares a la de la Corona a la hora de armar los navíos.

En cuanto al aparejo del galeón, no hay especificidad. Hay navíos que arman cuatro mástiles con aparejo mixto (pañó redondo en los de delante y latino en los de atrás) en el siglo xv, antes de las primeras referencias a los galeones ibéricos. En consecuencia, el aparejo por sí solo no sirve para identificar el galeón.

Se ha considerado, erróneamente, que el término *galeón* deriva etimológicamente de *galera*. Semejanza de figura existe entre galera y galeaza, pues son dos navíos del mismo tipo; la similitud ente galera y galeón sería funcional, pues el galeón se concibe fundamentalmente para la guerra naval

Hacia mediados del siglo xvi se ensayan perfeccionamientos, tales como los propuestos por don Álvaro de Bazán, el Viejo<sup>19</sup>. De casco algo más largo en relación con la manga que las naos, el galeón tenía, sin embargo, similar capacidad de carga que estas, y su diseño estaba especialmente adaptado para una mayor superficie de cubiertas completas. Generalmente estas eran la cubierta principal o primera, y la llamada «de la puente»<sup>20</sup>. Los galeones grandes —de más de mil toneladas— del siglo xvi podían acondicionar otra cubierta debajo de la principal para instalar una batería baja. Sobre la «de la puente» se situaba el espacio de maniobra de las jarcias y velas, el castillo de proa y el alcázar o tolda. Bajo el castillo de proa iba el fogón donde guisaban los marineros. Este castillo no se situaba tan a proa como en las naos, lo que permitía un manejo más cómodo de las velas del trinquete y bauprés. La cámara de los oficiales se instalaba en el extremo de popa del alcázar o tolda. Desde ella se accedía a una balconada exterior situada en la popa y laterales de esta o aletas. Generalmente, dichas balconadas o corredores exteriores solo se permitían en naves de 300 toneladas. Encima del alcázar de popa había un pequeño camarote para el piloto. Destaquemos que bien avanzado el siglo xv se había generalizado la artillería naval, y los diferentes navíos tuvieron que modificarse para alojarla de la manera más eficaz posible.

<sup>18</sup> F. CONTENTE DOMINGUES, 2004.

<sup>19</sup> Los Bazán, asentistas y hombres de mar, se dedicaron a mejorar los navíos desde que Bazán el Viejo comenzó a prestar servicios a Carlos I. Su galeaza atlántica fue un intento de encontrar una nave oceánica de gran capacidad artillera, propulsada preferentemente a vela y accidentalmente a remo en combate. Su hijo Álvaro construyó una fragata capaz de llevar 300 hombres para hacer la guerra de corso, y su otro hijo, Alonso, una galizabra, de formas alargadas como la galera, en un intento de sacar partido de su superior maniobrabilidad respecto de la nao, valiéndose primordialmente de la navegación velera. R. CEREZO MARTÍNEZ, 1988.

<sup>20</sup> J. L. RUBIO SERRANO, *op. cit.*, 1991.

Así pues, el típico galeón de las flotas de Indias era una nave de 300 toneladas o más, fuertemente armada. En el lenguaje común se decía *nao* a casi todas las naves de alto bordo que hacían la travesía del Atlántico en viajes generalmente mercantes. Por *galeón* se entendía una clase de nave diseñada especialmente para la guerra, con mejor traza que las comúnmente llamadas *naos* y mejor armadas que estas. No fue un buque de nueva planta ni diferente de los anteriores, sino el resultado de la evolución de naos y carracas. Sus funciones, eran, por un lado, el establecimiento de una fuerza naval para el dominio del mar y, por otro lado, la defensa y protección de las flotas que comunicaban la Península con las Indias<sup>21</sup>.

La denominación oficial de *galeón* aparece en las ordenanzas de 1613. Estas ordenanzas clasifican las naves en pataches, de 55 a 95 toneladas; navíos, de 150 a 250 toneladas; galeoncetes, de 316 toneladas; y denominan *galeones* a todas las demás naves, desde 381 a 1105 toneladas (unas 1600 toneladas métricas de arqueo). En las Ordenanzas del año 1618, en las «Reglas para fabricar navíos que se hizieren por cuenta del Rey y particulares», se describen las dimensiones principales de catorce clases de naves, desde nueve codos (el cantábrico, unos 0,575 m) de manga hasta veintidós, y todas las naves, grandes o pequeñas, tienen la denominación genérica de *navíos*, sin diferenciarlas en pataches, galeoncetes y galeones, pero se hace referencia expresa a determinadas condiciones de los galeones, pataches y navíos en cuanto a su fortaleza y a las medidas de sus árboles y vergas. En las ordenanzas del 24 de enero de 1633, que aparecen como recopilación y actualización de las disposiciones de 1587, 1606, 1608, 1613 y 1618, se habla de galeones y navíos de las Armadas, pero se mencionan urcas, carabelas, y otras embarcaciones que podrían embargarse a particulares, si fuera necesario.

Las embarcaciones auxiliares más comunes eran los *pataches*, las *zabras* y las *galizabras*. Eran similares a la carabela redonda por morfología y funcionalidad, pero de menor tamaño. El patache tenía dos cubiertas y pequeños castillos a popa y proa, y no alcanzaba las 100 toneladas. Las referencias a las galizabras, de tamaños muy diferentes, aunque normalmente de 50 toneladas, son frecuentes en la documentación española a finales del siglo xvi.

En el lenguaje común se siguió utilizando la palabra *galeón* durante casi todo el siglo xvii, identificándose progresivamente con los buques conocidos como «galeón de guerra» o «galeón de armada». El término *navío* no designa una tipología específica; en el fondo, se trata de *naos* o embarcaciones semejantes, de pequeño o mediano tonelaje. Es una denominación genérica que se impone en el siglo xvii.

---

<sup>21</sup> FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, *op. cit.*, 1992.

#### I.4. *Las flotas*

Durante la primera mitad del siglo xvi los ataques de piratas y corsarios, principalmente franceses, fueron en aumento, haciendo cada vez más peligrosos los viajes de las naves españolas a las Indias. Una de las mayores preocupaciones del Consejo de Indias era la pérdida de hombres y naves. Desde mediados de siglo empezaron a organizarse las *flotas*, para protegerse del acoso de piratas y corsarios. Las naos debían salir con defensa, e ir y volver juntas en flotas, especialmente a Nueva España, Tierra Firme y Santo Domingo; las ordenanzas regulaban el porte de las naos, la artillería que debían llevar, su carga y tripulación. En cada flota debía ir una nao, con más defensa y menos carga, por capitana. Una cédula de 1552 reglamentaba la artillería, tripulación y municiones que debía llevar cada nave, según su porte. En octubre de 1554 se ordenó que anualmente saliesen dos flotas para las Indias, una por enero y otra por agosto, y que con cada una fuesen dos navíos y un patache de Armada, que se fue reforzando después con más galeones, navíos y pataches, con sus tripulaciones. Salían juntas de la desembocadura del río Guadalquivir; la que iba al golfo de México era llamada Flota de Nueva España, y la que se dirigía a Cartagena de Indias era la Flota de Tierra Firme. Navegaban juntas hasta el mar de las Antillas y allí se separaban, dirigiéndose la de Nueva España a Puerto Rico, Santo Domingo, La Habana y Veracruz, desde donde regresaba a La Habana con el nuevo cargamento. La de Tierra Firme iba desde Santo Domingo a Cartagena de Indias y Portobelo, donde recibía los envíos de Perú y Chile por el río Chage y el istmo de Panamá. En 1567, 1569 y 1573 se publicaron ordenanzas en las que se dieron nuevas reglamentaciones para la navegación a Indias y se ordenó a los pilotos anotar en el libro de a bordo las derrotas seguidas, situar los bajíos, tierras, puertos y ríos que se descubriesen, observar los vientos y corrientes marinas de cada lugar, señalar con el máximo detalle los eclipses de luna.

Las flotas de Indias estaban compuestas por las comúnmente llamadas *naos*, y a partir de mediados del siglo xvi principalmente por galeones, aunque las carabelas se siguieron utilizando para las misiones de exploración y descubrimientos hasta bien entrado el siglo xvii. Galeras, galeazas y otras naves mediterráneas viajaron también a las Indias, a pesar de no ser apropiadas para las travesías atlánticas.

Al cumplirse los tres cuartos del siglo xvi, y a pesar de la creciente crisis económica, el gran prestigio y alta moral que dieron a España la victoria de Lepanto y la incorporación de Portugal, con el oro y plata fluyendo, al parecer de forma inagotable, desde los nuevos reinos del continente americano, hicieron de España lo que parecía ser la nación más poderosa y rica de la tierra. Francia e Inglaterra incrementaron los actos de piratería hostilizando las flotas de la carrera de Indias. Después del fracaso de la Gran Armada en 1588, se fue imponiendo la conveniencia de fabricar navíos más ligeros y veloces, de más fácil maniobrabilidad y menor coste, y se inició un cambio en la construcción naval española, que se refleja en las ordenanzas de 1607, 1613 y 1618.

## II

## EL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL

Ingenioso arte y peregrino modo fue la fábrica de los navíos, y quanto mayores más admirables. Pues una máquina tan grande, compuesta de tantos pedazos de madera ligada y abrazada, con curvas, bularcamas, buzardas, y clavadas con pernos o cabillas de fierro y clabazón, queda tan fuerte que se oponga y resista a las ynchadas y furiosas olas del mar y a los soberbios vientos [...].

*Diálogo entre un bizcaíno y un montañés sobre la fábrica de navíos, h. 1631*

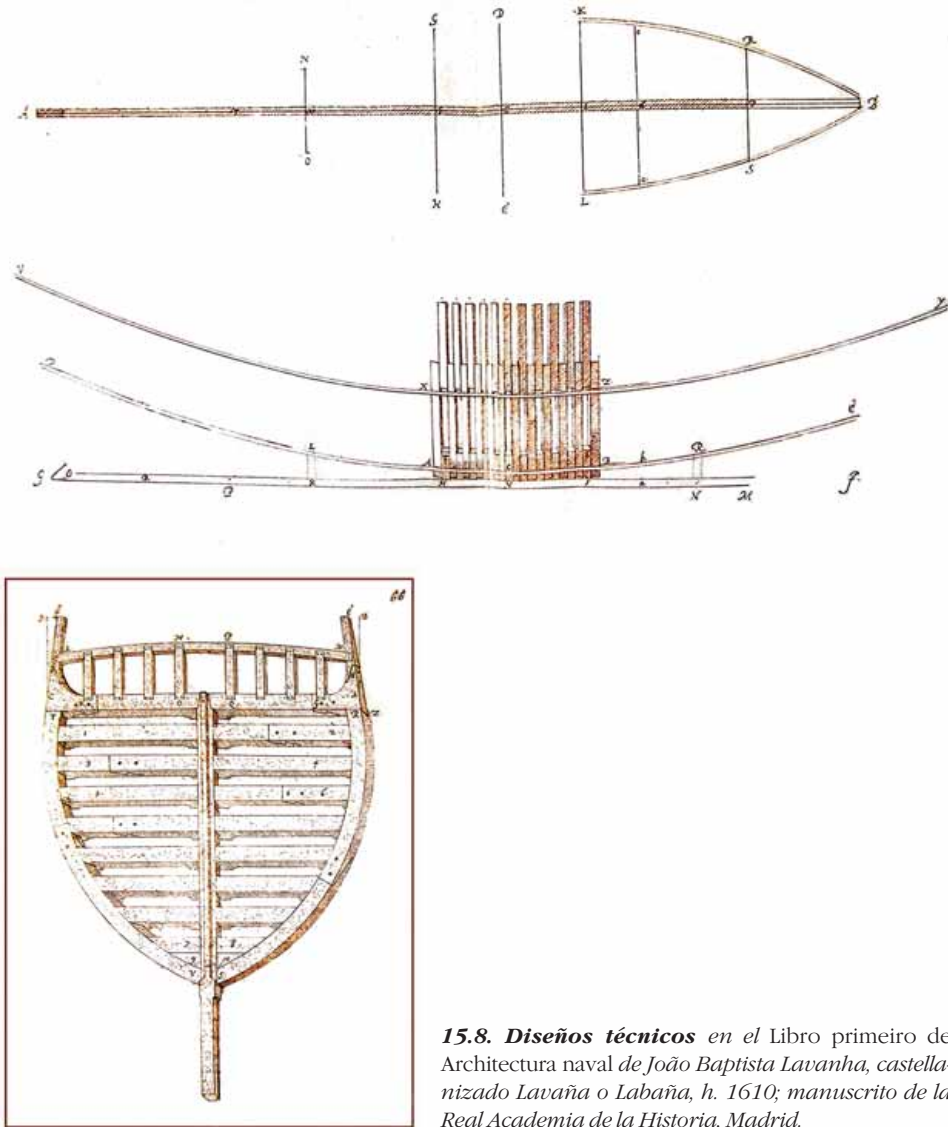
La construcción naval era un arte que se fundaba en encontrar las proporciones correctas. Todas las dimensiones, hasta el tamaño de los mástiles, cables y anclas, quedaban fijadas por una escala de proporciones que relacionaba todo con la manga del barco; así, el tamaño de la parte más ancha del casco, era elemento clave del diseño. Pero se pretendía un imposible: encontrar un barco que sirviese para todo. Cristóbal de Barros, nombrado por Felipe II en 1574 superintendente de la fábrica de navíos y de conservación de bosques y plantíos, y su hombre de confianza en el Cantábrico hasta 1592, en que fue a Sevilla como proveedor general de la flota de escolta de las Indias<sup>22</sup>, establecía en la década de 1580 que se hiciesen barcos aptos para la guerra, la industria y el comercio.

Los grandes navíos españoles se construían fundamentalmente en los astilleros de la cornisa cantábrica<sup>23</sup>, siguiendo una fórmula tradicional usada en toda Europa, conocida como la del «as, dos, tres» (a cada unidad de medida en la manga le correspondían dos de quilla y tres de eslora). No obstante, no fue una regla fija, pues la evolución en la construcción de buques trajo consigo la aplicación de una serie de correcciones a esta norma, con la intención de mejorar en lo posible la capacidad de carga de las naves.

Las fases de la luna marcaban el ritmo de la construcción naval. Para cortar la madera, los menguantes eran los adecuados. Los maestros carpinteros aseguraban que la madera cortada en cuarto creciente se estropeaba enseguida, pues la mayoría de las plantas se hinchan con el cuarto creciente; para que la madera no tuviera demasiada humedad había que cortarla cuando la luna mengua, y para que durase más, con las lunas menguantes de noviembre y diciembre. Los meses de verano se ex-

<sup>22</sup> David GOODMAN: *El poderío naval español...*, 2001. Felipe III, años más tarde, pedía lo mismo en una comunicación remitida desde Valladolid en 1601 a Domingo de Idiáquez, superintendente de construcción en Guipúzcoa, que establecía los préstamos de la Corona a los constructores navales; y lo mismo se repite en otros documentos posteriores.

<sup>23</sup> Los principales centros españoles de construcción naval estaban en Santander y en la costa vasca: Zorroza y Deusto, en la ría de Bilbao, y Lezo, Pasajes y Usúrbil en Guipúzcoa.



**15.8. Diseños técnicos** en el Libro primeiro de *Architectura naval de João Baptista Lavanha, castellanizado Lavaña o Labaña*, h. 1610; manuscrito de la Real Academia de la Historia, Madrid.

cluían, ya que el calor del verano haría que la savia fermentase, lo que pudriría la madera. Además, la ventaja del invierno es que con la caída de las hojas los árboles se ven mejor, y también había mayor mano de obra disponible.

La construcción del barco seguía una secuencia de operaciones establecida desde hacía mucho tiempo. El buque se comenzaba a construir en la playa, se hacía el armazón y en cuanto podía mantenerse a flote era arrastrado al agua y dentro del mar se continuaba hasta su terminación. Los buques de más tonelaje necesitaban la

instalación de una grada, o plataforma plana de madera, inclinada hacia el agua con un desnivel variable en relación con el tonelaje del buque a construir. El declive solía oscilar entre 1/12 para los mayores y un 1/10 para los menores. El pavimento sobre el que se apoyaba la plataforma debía ser suficientemente sólido para evitar el hundimiento con el peso del barco. Si la construcción se realizaba en la ribera de un río las precauciones debían ser mayores, afianzando la plataforma con fuertes estacas u obras de mampostería. La parte inferior o integrada debía estar sumergida<sup>24</sup>.

El emplazamiento de la grada no era fijo ni permanente. Cuando se habla de astilleros, se trata de una amplia zona de playa o de río. Hecha la grada y una especie de cuna para sujetar las maderas que irían dando forma al buque, la primera pieza que se colocaba era la quilla, de un solo madero largo, recto y grueso, pues tenía que soportar toda la estructura. Para ella se destinaba la madera más dura, lo mismo que para los segmentos adyacentes. Cuando el tamaño de los buques aumentó se tenía que componer de varias piezas unidas a media madera con pernios de cobre remachados. El grueso necesario lo dictaba la experiencia. Con el tiempo guardaba unas proporciones determinadas. En los extremos se adosaban otras dos maderas del mismo grueso que la quilla, la roda en el lado de proa y el codaste en la popa. Para dar mayor trabazón a las piezas anteriores se colocaba sobre la quilla una serie de maderas llamadas *dormidos*; otras más daban consistencia a la base. Sobre los dormidos, y endentadas en ellos, las grandes piezas curvas que formaban el esqueleto del barco por ambos lados: eran las cuadernas o costillas por su semejanza a las de los animales, que determinaban la forma y capacidad del barco. La madera ideal era la de encina si tenía la curvatura natural conveniente. Venía después el revestimiento del conjunto con dos forros, interior y exterior, con unas tablas horizontales bien trabadas entre sí mediante acanaladuras y salientes encajados.

Comenzaba entonces la labor de los calafates, quienes con estopa y betún debían taponar perfectamente las ranuras, de manera que se consiguiese una estanqueidad perfecta. Debería elegirse una estopa de buena calidad, porque se podía corroer. Además, si el calafateado era deficiente o las maderas se deformaban, sobre todo por haberlas utilizado sin la debida curación, desaparecía la impermeabilidad. Entonces era necesario proceder a la carena, labor idéntica a la anterior, más el limpiado de exteriores y arreglo de otras averías, como sustitución de piezas deterioradas. La operación de «dar carena» a los buques se realizaba periódicamente, cada uno o dos años, o siempre que fuese necesario.

Es decir, en primer lugar se colocaba la quilla, se le fijaban la roda y el codaste y se montaban los pares de cuadernas; el esqueleto así formado se completaba con la clavazón y las cintas<sup>25</sup>. Cuánto se tardaba en todo eso dependía del tiempo que hiciese. No se podían hacer barcos en la costa norte de España en cualquier momento del

---

<sup>24</sup> G. PÉREZ TURRADO: *Las Armadas españolas de Indias*, 1992.

<sup>25</sup> C. RAHN PHILLIPS: *Seis galeones para el Rey de España...*, 1991.



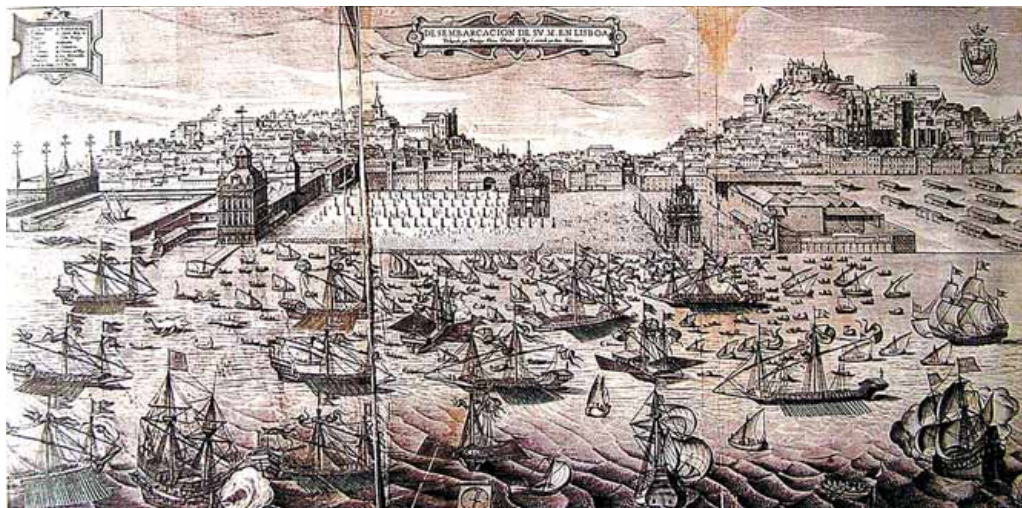
**15.9. Calafateador.** Levanta el dañado sello de estopa y brea entre las tablas de un navío, en el marco de las operaciones de carenado.

año; en invierno no deja de llover, y el verano, con sus largas horas de sol, era la estación óptima.

Una vez concluida la obra, cuando el peso de la parte hecha lo aconsejaba y se presumía flotación suficiente, se iniciaban los preparativos para la botadura: se dejaba deslizar hacia el agua quitando las piezas de retención, ayudándose con palancas, trinquetes y tiros de mulas si era necesario. Cuando se trataba de un buque grande, era una operación muy considerable, en la que intervenían una masa de trabajadores y hasta cuatrocientas yuntas de bueyes, traídas de todas las localidades, para que tirasen del barco. La botadura misma no podía llevar más de un día. Pero no valían todos los días, y a veces pasaban meses hasta que se presentaba uno adecuado. Contaba la influencia de la luna, por las mareas.

Con el barco en el agua, y bien sujeto, se continuaban las obras hasta el acabado final: colocación y afianzamiento de la arboladura, que en el caso de los grandes navíos constaba de cuatro palos: mayor, trinquete, mesana y contramesana más el bauprés, con sus correspondientes bergas. Las lonas de las velas serían de algodón, y las jarcias de esparto o cáñamo<sup>26</sup>. Se terminaban las cabinas, cubiertas, el puente, los castillos, etc. Por último, se montaban los cañones, ya en el puerto más a propósito.

<sup>26</sup> En la documentación se insiste en que el cáñamo mejor era el de la Rioja o el del Reino de Aragón.



**15.10. Galeras, galeazas, naos y galeones, junto con diversas pequeñas embarcaciones auxiliares.** «Desembarcación [sic] de Su M. en Lisboa» (Domingo Viera Serrão, h. 1622, en el libro Viagem da Católica Real Majestade el Rei Filipe III, de Juan Batista Lavaña, BNM).

### III

#### LAS UNIDADES DE MEDIDA LINEALES Y DE ARQUEO

Para que a una nao se le den las medidas que le convienen para su buena y perfecta fábrica, y las que a menester llevar para que salga del porte que se pidiere y pretendiere que tenga, es cosa necessárrissima que el fabricador o maestro de ella sea arismético y sepa archear naos.

Tomé Cano: *Arte para fabricar, fortificar y aparejar naos*, 1611

La uniformización de las medidas lineales de construcción naval tenía que ser necesariamente una preocupación. Afirmar que una embarcación era de tantos *rumos* o tantos *codos* poco clarificaría si no se especificase la medida que se tomaba por *rumo* o *codo*. Tal preocupación motivó la intervención del poder político en España, donde era particularmente problemática la cuestión de las variaciones regionales de los valores de las unidades de medida y de arqueo<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> J. L. CASADO SOTO: *Los barcos españoles del siglo XVI...*, 1988; C. RAHN PHILLIPS: «Spanish measurements reconsidered: the *Instrucción Náutica* de Diego García de Palacio (1587)», *Mariner's Mirror*, vol. 73, n.º 3, 1987, pp. 293-296; Eduardo TRUEBA: «Tonelaje mínimo y arqueo de buques en Sevilla (siglo XVI)», *Revista de Historia Naval*, Madrid, n.º 20, 1988, pp. 33-59.



En Portugal, la medida base de la arquitectura naval era el *rumo*, a partir del cual se regulaba toda la construcción de las embarcaciones de gran calado<sup>28</sup>. Para los restantes, se usaba la *goa*, igual al *meio rumo*. Fernando Oliveira explica claramente estas medidas, en su ya citado *Libro da Fabrica das Naus*<sup>29</sup>:

quiero tratar aquí algunas palabras usadas en esta fábrica [...]. Una de las que ahora se me ocurren es el *Rumo*, que antes mencioné, diciendo que la quilla debe tener tantos *rumos* [...] además de ser una palabra propia del arte de navegar, en esta posee dos significados diferentes [...] El otro es el que se aplica aquí en la *Fábrica de los navíos*, donde significa espacio de seis palmos, contados a lo largo del navío, es decir, el espacio en el que se puede colocar un tonel.

Insiste Oliveira en que los palmos no eran todos iguales:

Los más comunes son tres: uno de geometría, compuesto por cuatro dedos, correspondiendo a cada dedo cuatro granos de cebada. Otro es el *palmo* común, que algunos llaman redondo, que ocupa el espacio de una mano de hombre extendida desde la punta del dedo más pequeño hasta la cabeza del pulgar. El tercero es el mayor, porque además de ocupar toda la mano, como he dicho, alcanza más porque junta el dedo pulgar por detrás hasta la primera articulación. Este se llama *palmo de goa*, y se miden por él los *rumos* y las *goas*, y toda esta *Fábrica* nuestra.

Además de los documentos escritos, el trabajo directo sobre vestigios materiales ha permitido a los arqueólogos subacuáticos proponer nuevas equivalencias para estas medidas, o justificarlas de otra manera<sup>30</sup>.

El caso español es diferente, debido a la diversidad de utilización de unidades lineales regionales establecidas tradicionalmente. En el primer texto impreso sobre construcción de navíos, en castellano, el cuarto libro de la *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos y su traça y gobierno conforme a la altura de México* (1587), el doctor Diego García de Palacio también explica las unidades de medida:

Házese pues la quenta de las naos generalmente por codos, que dos pies o dos tercias de vara hazen un codo, y por ese se quenta y mide cualquier nao al artífice, señalando

<sup>28</sup> F. CONTENTE DOMINGUES: «El rigor de la medida: Unidades de medida lineal y de arqueo en la construcción naval ibérica en los inicios del siglo XVII», 2006, pp. 371-381.

<sup>29</sup> En portugués es el tratado más antiguo sobre arquitectura naval (h. 1580), manuscrito de la Biblioteca Nacional de Lisboa, publicado por vez primera por Henrique LOPES DE MENDOZA, en *O Padre Fernando Oliveira e a sua Obra Náutica*, 1898, y recientemente por la Academia de Marinha de Lisboa, 1991, en una espléndida edición y con un completo estudio de Francisco Contente Domingues y Richard Barker.

<sup>30</sup> Filipe VIEIRA DE CASTRO: *The Pepper Wreck: a Portuguese Indiamen at the mouth of the Tagus River*, Ph.D. Dissertation, Texas A&M University (EE.UU.), 2001, Ap. A: «Tonnage and Systems of Units», pp. 287-292. Filipe Castro ha estudiado las tentativas de reglamentación de las medidas desde D. João II, en Portugal, para llegar a valores como la equivalencia del *rumo* en 1,54 m, del *palmo de goa* en 25,67 cm, y de la *párea* en 1,027 m.

que ha de tener tantos codos de quilla, que es el largo, y tantos de puntal que es el alto, y tantos de manga, que es el ancho.

Felipe II trató de regularizar en 1590 la dimensión del *codo*, tomando como base el usado en la costa del Cantábrico<sup>31</sup>. En 1605, Diego Brochero<sup>32</sup> convocó una reunión de expertos<sup>33</sup>, en la que intervino el capitán Agustín de Ojeda, uno de los más prolíficos constructores de navíos de la última década del siglo XVI y dos primeras del XVII<sup>34</sup>, junto con otros diez, entre ellos Diego de Noja y Castillo, inspector de Armadas de Cuatro Villas, y varios de los mejores carpinteros de ribera vizcaínos: Juan de Uriarte, Martín de Zautua y Juan de Axpe. Se trató de que participasen también expertos andaluces y portugueses, para tratar de establecer una escala flexible de dimensiones y tonelaje. La reunión concibió una fórmula para calcular la cabida de un barco a partir de sus dimensiones.

En años sucesivos los monarcas castellanos promulgaron ordenanzas con el fin de reglamentar y uniformizar procedimientos de construcción, de las cuales las de 1613 y 1618 son las más frecuentemente citadas. Ha de tenerse en cuenta que, aunque España y Portugal estaban unidas bajo un mismo monarca desde 1580, mantenían sus propias leyes y las ordenanzas no se aplicaban en el reino lusitano, donde continuaron utilizándose las medidas tradicionales: *rumo*, *goa* y *palmó de goa*.

Ahora bien, no podemos olvidar, como muy bien destaca Contento Domingues, que el rigor en las medidas no existía en la época, «bien por ausencia de utilidad, bien por incapacidad tecnológica para definir padrones de medida y para aplicarlos con rigor». En el siglo XVI, dos toneles exactamente iguales solamente podrían deberse a la casualidad, considerando las técnicas de fabricación, los instrumentos y la materia prima, y no tendría trascendencia el hecho de que un tonel tuviese medio centímetro más que otro. De la misma manera, sería imposible cortar las piezas de madera para la construcción de la embarcación de manera estandarizada.

Por tanto, los valores normativos existían, pero no se puede pretender calcular su conversión en milímetros. Y aunque la legislación filipina intentó reglamentar procedimientos, la realidad evidencia la distancia entre esta intención y su materialización práctica y efectiva.

---

<sup>31</sup> J. L. CASADO SOTO, 1988, pp. 58-71, se ocupa extensamente de la metrología naval en el Atlántico ibérico durante el siglo XVI. Una tonelada, igual a un tonel anterior a 1590, era igual a ocho codos de ribera cúbicos ( $= 8 \times (0,57468)^3 = 1,5183 \text{ m}^3$ ).

<sup>32</sup> Destacado alto oficial de la marina y miembro del Consejo de Guerra, expuso sus ideas de cómo remediar los males que aquejaban a la marina española en su *Discurso sobre la Marina* (Colec. Vargas Ponce, t. 11, doc. 7, fols. 124-131, Museo Naval de Madrid). Dedicó sus esfuerzos a la mejora de la arquitectura naval e impulsó las sucesivas ordenanzas de 1607, 1613 y 1618.

<sup>33</sup> AGS, GA, leg. 640, propuesta de Brochero, 3 de marzo de 1605.

<sup>34</sup> M.ª Isabel VICENTE MAROTO: «Agustín de Ojeda y la construcción de navíos a finales del siglo XVI», 2006, pp. 311-344.

El arqueo de los navíos se calculaba de manera empírica, y correspondía a la capacidad de transporte de un determinado número de toneles, su volumen de carga útil; cuando no cabían *toneles*, se rellenaban los vacíos con *pipas*, siendo dos *pipas* iguales a un *tonel*; no se usaban unidades de medida inferiores. Con la regulación de 1590, el tonel pasa a denominarse *tonelada* (aprox., 1,5183 m<sup>3</sup>). Pero los valores que los técnicos obtenían a menudo resultaban de la conveniencia de los armadores, interesados en escapar a los impuestos o a cobrar más por su navío, más que en el rigor del cálculo<sup>35</sup>.

Independientemente de estos artificios, como el método de cálculo era poco riguroso, los resultados obtenidos por personas diferentes en un mismo navío eran igualmente diversos. Por eso los técnicos y los tratadistas procuraron determinar fórmulas que indicasen el tonelaje de los navíos sin necesidad de recurrir a la medida directa. El problema tardará en ser resuelto; dependía de una capacidad, inaccesible en la época, de uniformizar la totalidad de la construcción, las unidades de medida y los procesos de cálculo. Por lo tanto, habrá que recurrir a valores aproximados, próximos a los valores medios efectivamente practicados, más que procurar equivalencias en unidades de medida fraccionadas imposibles de cuantificar en los siglos xvi y xvii.

## IV

### LOS TRATADOS DE ARQUITECTURA NAVAL

Que no está la arte de la nao en solo ser carpintero de ribera, que muchos lo entienden, sino en buen ingenio y traça, y en saber qué es la causa cuando no gobierna bien, y si no sustenta vela, si anda poco, si peneja [...].

Diego García de Palacio: *Instrucción náutica*, 1587

La aparición en Europa de tratados de arquitectura naval a finales del siglo xvi implicó un esfuerzo notable de divulgación, organización y sistematización de los preceptos de un arte hasta entonces sumido en el sigilo profesional de circuitos restringidos, circuitos integrados por los artífices constructores de navíos y casi exclusivamente regidos por criterios empíricos<sup>36</sup>. Vamos a referirnos a los tratados elaborados en la Península Ibérica, en los que se explican los preceptos para la construcción de navíos de alto bordo para la navegación oceánica, porque, aunque en la Italia del siglo xv habían aparecido los primeros textos teóricos de construcción naval, tratan-

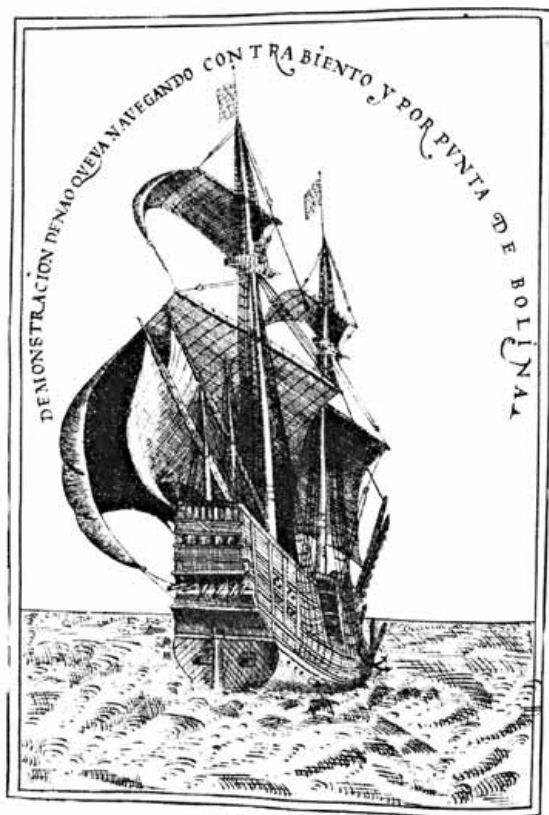
<sup>35</sup> En la documentación se encuentran abundantes testimonios de comprobación de los arqueos por parte de los veedores y contadores de las flotas, para evitar posibles engaños.

<sup>36</sup> F. CONTENTE DOMINGUES, *op. cit.*, 2004.

do de registrar por escrito la práctica de los astilleros italianos, en ellos se hacían barcos de remos, sobre todo, o redondos, tanto para la guerra como para el comercio, pero de utilización casi exclusiva en el Mediterráneo y en la navegación costera más allá del estrecho de Gibraltar.

La construcción naval era un «arte» basado en la experiencia adquirida y en el saber transmitido de maestro a aprendiz, frecuentemente de padre a hijo, como era característico en la organización social del trabajo en las sociedades del Renacimiento, y podemos comprobar en la documentación conservada, tanto en los archivos españoles como portugueses.

Los finales del siglo xvi e inicios del siglo xvii es un período que se podría llamar «era de la tratadística». Los textos de construcción naval en esta fase inicial tampoco lo explican todo, ya que el arbitrio del maestro constructor naval decide la forma de las superestructuras del navío, cuya construcción los textos no mencionan. De acuerdo con Contente Domingues, esto no significa que el saber acumulado no pueda llegar a considerarse como teórico, o que se haya desarrollado por la simple superposición de datos empíricos, pues se conocen los vínculos entre la arquitectura civil y la naval.



**15.11. Nao (s. xvi) «que va navegando contrabiento [sic] y por punta de bolina»** (Juan Escalante de Mendoza: Itinerario de Navegación de los mares y tierras occidentales, h. 1575, BNM).

Los primeros teóricos tuvieron que buscar en la aquella principios generales que pretendían aplicar o desarrollar en esta, cuando quisieron fundamentar teóricamente la arquitectura del navío, buscando el magisterio de los autores clásicos. Así, como veremos, Labaña, primer profesor de la Academia Real Matemática —creada por Felipe II en 1582, en Madrid—, hace hincapié en que a la naval debe aplicarse «lo que se dice de la Arquitectura y del Arquitecto universal, y así es ella generada de la práctica y de la especulación».

Los primeros tratados ibéricos son casi siempre verdaderas misceláneas de asuntos diversos relativos a la navegación, siendo uno de ellos la construcción naval. Posteriormente las obras tienden a especializarse y a aislar la construcción naval como tema específico; es lo que sucede con el *Quatri partitu en Cosmographía práctica*, más conocido como *Espejo de navegantes*, de Alonso de Chaves, el *Itinerario de navegación* de Escalante de Mendoza o la *Instrucción Náutica* de García de Palacio: todos ellos tratan temas varios, y solo posteriormente, ya en pleno siglo xvii, el *Arte para fabricar y aparejar naos* del canario Tomé Cano versa exclusivamente sobre el asunto, tal como sucede con el *Diálogo entre un vizcayno y un montañés*<sup>37</sup>. En portugués, el *Ars Nautica* de Fernando Oliveira constituye un compendio general, y posteriormente el *Livro da Fabrica das Naus*, el *Livro Primeiro de Architectura naval* de João Baptista Lavanha o Labaña y el *Livro de Traças de Carpintaria* de Manuel Fernandes<sup>38</sup>, tratan exclusivamente de arquitectura y construcción naval<sup>39</sup>.

La obra técnica no escapó al estilo de diálogo que los autores renacentistas cultivaron como modalidad más fácil y agradable de seguir, invocando el ejemplo de los clásicos: así lo hace, por ejemplo, Juan Escalante de Mendoza en su *Itinerario de navegación* (h. 1575), pero también García de Palacio en su *Instrucción náutica* (1587) o Tomé Cano en el *Arte para fabricar y aparejar naos* bastante más tarde (1611)<sup>40</sup>, pero un texto mucho más temprano, *Quatri partitu en Cosmographía práctica* (1520-1538), más conocido como *Espejo de navegantes*, de Alonso de Chaves, no utiliza el diálogo. Se trata de un medio para captar la atención del lector que no permite clasificar como más o menos modernas las obras que de él se sirven; ni siquiera lo permite la uniformidad temática de las obras: es decir, el hecho de que un libro se

<sup>37</sup> M.ª I. VICENTE MAROTO, *Diálogo entre un vizcaíno y un montañés sobre la fábrica de navíos*, Ediciones Universidad de Salamanca, 1998.

<sup>38</sup> *Livro de Traças de Carpintaria com todos os Modelos e medidas pera se fazerem toda a navegação, assy d'alto bordo como de remo Traçado por Manoel Frz official do mesmo officio. Na era de 1616*. Códice de la Biblioteca de Ajuda.

<sup>39</sup> Para los textos portugueses, F. CONTENTE DOMINGUES, 2004.

<sup>40</sup> Tomé CANO: *Arte para Fabricar y Aparejar Naos. 1611*, ed. y prólogo por Enrique MARCO DORTA, La Laguna, Instituto de Estudios Canarios, 1964; M.ª Jesús MANCHO DUQUE (dir.), en Cr, 2005. Incluye varios tratados de arquitectura naval.

dedique a un único tema no puede conducir al lector de hoy a sentir que este hecho represente la consolidación e independización de una disciplina específica, segregándose de un conjunto de saberes más amplios.

El primer texto castellano que contiene una parte importante relativa a arquitectura naval es el *Quatri partitu en Cosmographía práctica*, más conocido como *Espejo de navegantes*<sup>41</sup>, del cosmógrafo Alonso de Chaves (Trujillo, Cáceres, h.1493-Sevilla, 1587). Es una obra muy extensa, escrita en fecha muy temprana (entre 1520 y 1538), dividida en cuatro libros, cada uno de los cuales está subdividido en tratados, y estos en capítulos. El tercer tratado del libro tercero, de seis capítulos, es un verdadero texto sobre arquitectura naval poco conocido, ya que el *Quatri partitu* ha sido más estudiado en su parte relativa a repertorio de tiempos, sus dos primeros libros, o el libro cuarto, que el propio autor considera el principal, en donde se ocupa de los itinerarios para ir y venir a las Indias, islas y Tierra Firme del mar Océano. En el tratado de arquitectura naval explica los vocablos utilizados en navegación; la gente de mar necesaria en una nao, con sus bastimentos, armas y municiones; la forma más correcta de desempeñar cada uno de los oficios; los peligros e infortunios más frecuentes en la navegación; las batallas entre las naos y, por último, las batallas entre las flotas. Pero la obra de Chaves no llegó a publicarse, probablemente por el contenido del libro cuarto, un derrotero general de navegación a las Indias que debía mantenerse en secreto.

Otro tratado conocido que tampoco llegó a imprimirse es el *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*<sup>42</sup>, compuesto por el capitán Juan Escalante de Mendoza (Valle de Riva de Deva, Santander, h. 1530-1596) en torno a 1575. Dividido en tres libros, en el primero explica la mejor manera de construir naos, con algún detalle relativo a su armamento y a la guerra en alta mar, y examina los derechos y obligaciones de la tripulación. El Consejo de Indias denegó la licencia para su

---

<sup>41</sup> *Quatri partitu en Cosmographía práctica i por otro nombre llamado Espejo de navegantes: Obra mui utilíssima i compendiosa en toda la arte de marear i mui neccesaria i de grand provecho en todo el curso de la navegación, principalmente de España. Agora nuevamente ordenada y compuesta por Alonso de Chaves, cosmógrafo de la Magestad Cesárea del emperador y Rey de las Españas Carlo quinto Semper Augusto*. Así reza la portada del manuscrito conservado en la Real Academia de la Historia, elogiado por FERNÁNDEZ DURO en *De algunas obras desconocidas de Cosmografía y de navegación y singularmente de la que escribió Alonso de Chaves a principios del siglo XVI*, Madrid, 1895, que reproduce el tercer tratado del libro tercero completo, por considerarlo el de mayor interés desde el punto de vista histórico.

El *Quatri partitu* ha sido publicado por el Museo Naval de Madrid en 1983, con estudio de Paulino CASTAÑEDA, Mariano CUESTA y Pilar HERNÁNDEZ. El manuscrito no tiene fecha, pero en el citado estudio lo sitúan entre 1520 y 1538.

<sup>42</sup> Fernández Duro publicó el libro primero del *Itinerario* en su libro v de *Disquisiciones náuticas*, pp. 412-515. El manuscrito completo ha sido publicado por el Museo Naval, según la copia realizada en 1791 por Martín Fernández de Navarrete, con estudios y comentarios de R. Barreiro-Meiro, Madrid, 1985.



**15.12. Primeros impresos sobre construcción naval:** (1) Diego García de Palacio, Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos y su traça y gouierno conforme a la altura de México (1587, le dedica el libro IV; (2) Tomás Cano, Arte para fabricar, fortificar y aparejar naos (Sevilla, 1611), es el primer texto monográficamente consagrado al tema.

publicación argumentando la inconveniencia de que los enemigos pudieran tener acceso a la información que contenía. Está escrito en forma de diálogo entre un piloto y un viajero, Tristán, mientras navegan por el río Guadalquivir, desde Sevilla hasta Sanlúcar de Barrameda.

El primer texto impreso en castellano sobre construcción de navíos fue el cuarto libro de la *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos y su traça y gouierno conforme a la altura de México* (1587), compuesta en forma dialogada por el doctor Diego García de Palacio (m. en Santander, 1595)<sup>43</sup>. La *Instrucción náutica* es una verdadera enciclopedia sobre navegación, dividida en cuatro libros, donde los interlocutores son un vizcaíno, que pregunta, y un experto montañés, que responde a las más variadas cuestiones. El tratado responde al interés del autor por explicar todo lo relativo a la navegación de manera ordenada y sistematizada, y en el libro cuarto trata de la construcción de navíos:

<sup>43</sup> La *Instrucción náutica* del Doctor Diego García de Palacio, impresa en Méjico en 1587, fue publicada en la Colección de Incunables Americanos, siglo XVI, vol. VIII, con un prólogo de J. F. Guillén (Cultura Hispánica, Madrid, 1944). Ha sido editada recientemente por el Museo Naval, con transcripción y estudio de Mariano Cuesta, Madrid, 1993.

Pues las cosas ordenadas por los propios fundamentos se entienden mejor, y declara después bien las dificultades que la materia ofresce, será a propósito que, pues la cosa sin la cual no se puede navegar es la nao, que ante todas tratemos de su traça, cuenta y medidas, belas, xarcia, y demás cosas necesarias, hasta, como dicen, ponerla de vergas en alto.

Incluye también una serie de planos, detallando minuciosamente las medidas<sup>44</sup>:

Me paresce que, assí para guerra como para mercancía, y para porte y tamaño conueniente de una nao, vastan quatrocientas toneladas [...] por manera que una nao de quatrocientas toneladas (que dos pipas hazen una) ha de tener treinta y quatro codos de quilla, desde el codaste de popa al codillo de proa, y de manga diez y seis, que es casi la mitad de la quilla y, no haviendo de llevar careta, tendrá el navío deste porte, onze codos y medio de puntal, que es el tercio de la dicha quilla; porque aviendo de tenerla (por lo que esta ha de subir) será nesccesario añadir otros tres codos, que por todos serán catorze y medio.

García de Palacio considera que la nao más adecuada, tanto para la guerra como merchante, sería la de cuatrocientas toneladas, de treinta y cuatro codos de quilla, dieciséis de manga (casi la mitad de la quilla) y once codos y medio de puntal (un tercio de la quilla), apartándose de la regla seguida hasta entonces del as, dos, tres, por los carpinteros de ribera de toda Europa, en que a cada unidad de manga correspondían dos de quilla y tres de eslora, así como media de puntal y un tercio de plan<sup>45</sup>. Explica después las dimensiones para el resto de los elementos principales de la nao. Y, como escribe su tratado en Méjico, se detiene en las medidas más convenientes de navíos más pequeños, para los puertos de Nueva España, o de Perú, de poca agua, y costas de poco fondo.

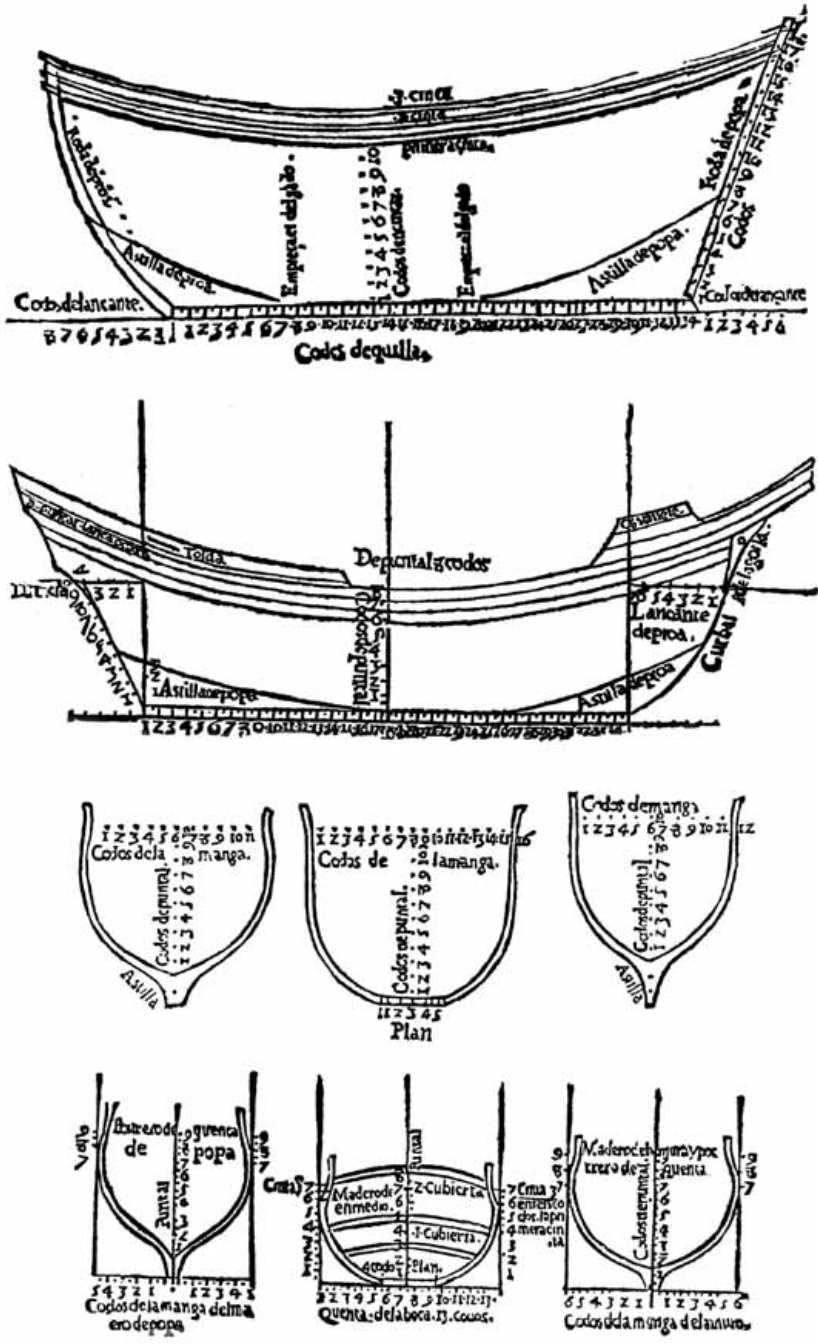
Indica las maderas más apropiadas, explicando las proporciones y medidas de la arboladura y velamen, las jarcias y aparejos, anclas y cables, bastimentos y artillería, para terminar con la tripulación necesaria, junto con las obligaciones de cada cargo, desde el capitán al paje; destaca la importancia de la experiencia: «Y así sería yo de parecer que no se consintiese hacer naos a maestro que no fuese buen marinero».

Un cuarto de siglo después del tratado de García de Palacio, el canario Tomé Cano (Tenerife, 1545-Sevilla, 1618) publicó su *Arte para fabricar, fortificar y aparejar naos* (Sevilla, 1611), primera monografía íntegramente consagrada al tema, dedicada a D. Diego Brochero de Anaya, capitán general de la Armada del mar Océno. El autor, capitán y diputado de la Universidad en la carrera de las Indias, era un hombre «práctico y experimentado en la fábrica de navíos de guerra y merchante, y en la navegación». La aprobación de la obra esta firmada en la villa de Rentería

<sup>44</sup>J. M.<sup>a</sup> LÓPEZ PIÑERO, en *El Arte de Navegar en la España del Renacimiento* (Barcelona, 1979), dedica un capítulo a la ingeniería naval (pp. 219-251) y se detiene en el cuarto libro de la *Instrucción náutica* de Diego García de Palacio.

<sup>45</sup>J. L. CASADO SOTO, *op. cit.*, 1988.





15.13. Medidas de alzado y de sección para la construcción de navíos. (Diego García de Palacio: Instrucción náutica para el buen uso, y regimiento de las naos, su traça y gobierno, Méjico, 1587; el libro iv incluye varios dibujos, y es el primero que llegó a publicarse sobre esta materia).

(Guipúzcoa) por Juan de Veas, maestro mayor de las fábricas reales, y justificada por la experiencia del autor y por ser «la primera forma de fabricar reducida a reglas que asta oy se ha inventado».

El libro está escrito en forma de amena conversación entre tres hombres de mar, Tomé, Leonardo y Gaspar, que a bordo de una lancha navegan por el Guadalquivir, aguas abajo, y se dirigen hacia el sitio de los Pajares, donde tienen sus naos en carena, aprestándolas para un viaje a las Indias. Uno de los interlocutores es el autor del tratado y los otros dos bien pudieran ser personajes reales, que, para entretener las horas del paseo por el río, charlan sobre las cosas de su oficio.

Sobre las medidas más adecuadas de las naos, Tomé Cano explica las utilizadas comúnmente hasta entonces:

Todos los maestros españoles, italianos y de otras naciones que manijan estas fábricas de naos an tenido uso de les dar a un codo de manga, dos de quilla; a otro de manga, tres de esloria; y a tres codos de manga, uno de plan, y el puntal a tres quartos de la manga, sin tener cuenta con las demás medidas [...]<sup>46</sup>.

Pero propone modificaciones para que las naos salieran más perfectas:

A la nao de doce codos de manga, treinta y seis de quilla; once codos de manga, treinta y tres de quilla; diez codos de manga, treinta de quilla; a la de trece codos de manga, treinta y ocho de quilla; a las de catorce codos de manga, cuarenta de quilla; a la de quince codos de manga, cuarenta y dos de quilla, y a este respecto dé más o menos según su grandeza.

Propone, por tanto, que por cada codo de manga se le dieran tres de quilla. A partir de la última década del quinientos, las recomendaciones de los expertos se inclinaban por barcos más largos y estrechos, y la razón entre la esloria y la manga se fue aumentando desde el valor acostumbrado de 3 a 3,5 para que la velocidad pudiera ser mayor. Pero la razón entre el puntal y la manga se incrementó también, con el riesgo de que el barco zozobrase con un ángulo de inclinación menor.

Un aspecto importante de la obra de Tomé Cano es que refleja la decadencia tan evidente de la actividad constructora, que atribuye a la crisis económica:

Yo pienso que no a de aver hombre particular que se atreva a fabricar nao de guera ni tampoco a hazerla de merchante, por el poco sueldo que da Su Majestad por tonelada cuando se sirve de ellas para su armada.

Y va relatando el encarecimiento de todos los jornales y materiales necesarios para la construcción de un navío, en comparación con la época de Carlos V, cuando la fábrica de buques era mucho más rentable. Por ello, el número de navíos había des-

---

<sup>46</sup> «Puntal»: una de las tres dimensiones que, como en todo cuerpo, considerado geoméricamente, se distinguen en un buque; y es la que en dicho sentido equivale a la de profundidad, que en este caso se extiende desde el plan hasta la cubierta principal.

«Plan»: la parte inferior y más ancha del fondo de un buque en la bodega. T. O'SCANLAN: *Diccionario marítimo español*, Madrid, Museo Naval, 1974.

cendido alarmantemente, tanto en España como en Portugal. Acaba su obra con un diccionario de términos relativos a la arquitectura naval.

Entre los manuscritos, aparte de los ya citados y junto con abundantes informes, memorias y proyectos —como los de Cristóbal de Barros, el hombre de confianza para asuntos navales en el Cantábrico de Felipe II, acerca del arqueo de las naos<sup>47</sup> (1590)—, hay que destacar sobre todo una *Architectura naval*<sup>48</sup>, inacabada, de Lavaña, cosmógrafo de origen lusitano mencionado, que se encuentra manuscrita en la Academia de la Historia madrileña; escrita en portugués, probablemente hacia 1610, incluye numerosos dibujos, y en este caso el autor no recurre al diálogo.

Lavanha, que estuvo al servicio de los primeros Austrias desde 1580, cuando Felipe II accedió al reino de Portugal, define la Arquitectura, siguiendo a Vitruvio, como una ciencia adornada de muchas disciplinas, y la divide en tres partes: militar, civil y naval: «La Arquitectura Naval es la que enseña con reglas ciertas fabricar navíos, en los cuales se pueda navegar bien y cómodamente».

Consta a su vez de seis partes: ordenación, disposición, correspondencia, ornato, decoro y distribución. Para Lavanha, el arquitecto debía tener una preparación científica, y debía saber dibujo, matemáticas, perspectiva, aritmética, geometría, astronomía y mecánica; también debía tener conocimientos de lenguas, para poder leer todo lo que sobre su profesión estaba escrito, y de letras humanas, para manifestar con arte sus conceptos y perpetuarse en la memoria de los hombres con sus escritos. Esa preparación distinguiría a los arquitectos navales de los maestros de carpintería:

Es bien dificultosa empresa, sin esta precedente noticia, reducir a Arte la grosera práctica de los fabricantes de Navíos, aprendida de sus maestros [...] y sacar de sus inciertas reglas (con las cuales nunca pudieron hacer dos naos en todo semejantes) ciertos y determinados preceptos (como tienen las otras dos Arquitecturas Militar y Civil) con que fabriquen con Arte los Navíos.

El texto de Lavanha es un ejemplo del paso de un arte, la fábrica de navíos, basado en la experiencia, como sucedió hasta el siglo xvi, a una técnica que debía apoyarse en conocimientos científicos.

---

<sup>47</sup> Cristóbal de Barros era cuñado del secretario Eraso y fue el arqueador oficial por cuenta del rey en el Norte; murió en 1596, siendo proveedor de las flotas de Indias. J. L. CASADO SOTO, 1988, pp. 84-94, analiza un memorial de Cristóbal de Barros, firmado en Madrid el 20 de enero de 1580 (AGS, GA, leg. 96-63), con la descripción del procedimiento que utilizaba para calcular el porte de los buques. En el apéndice documental, pp. 287-293, reproduce este memorial y también una Real Cédula dada en San Lorenzo, el 20 de agosto de 1590, sobre arqueamiento de navíos (Biblioteca Nacional de Madrid, Ms. 1816, fols. 121-123). A las normas de Barros hace referencia FERNÁNDEZ DURO, *op. cit.*, libro v, pp. 148-154.

<sup>48</sup> *Libro primeiro de Architectura naval*, Academia de la Historia de Madrid, Colección Salazar y Castro, n. 63. Ed. facsímil de la Academia da Marinha de Lisboa, 1996, con estudio introductorio de J. Pimentel Barata, R. Barker y F. Contento Domingues. Más que un tratado preparado para su publicación, parecen ser unos apuntes escritos por algún discípulo del cosmógrafo.

Además de estos tratados, impresos y manuscritos, hay que tener en cuenta como textos técnicos de carácter oficial las *Ordenanzas de fábricas de navíos* de 1607, 1613 y 1618<sup>49</sup>, que impulsaron la evolución de la construcción naval.

En 1607 se publicaron las ordenanzas de construcción y arcos navales, pero un par de años después estaban ya desfasadas. Diego Brochero culpaba a «las pocas matemáticas y geometría»<sup>50</sup> que sabían los maestros. Se le pidió de nuevo que presidiese una reunión de expertos, esta vez sobre todo matemáticos: Juan Arias de Loyola, de la Real Academia de Matemáticas de Madrid; Juan Cedillo Díaz, vinculado a la Academia, y años más tarde cosmógrafo mayor y catedrático de dicha institución; Antonio Moreno, cosmógrafo de la Casa de la Contratación<sup>51</sup>, y también el capitán Juan de Veas, carpintero de ribera y supervisor de arcos del rey en Andalucía, (que aprobó poco después la publicación del tratado de Tomé Cano). Se aumentó un poco la razón entre quilla y manga y disminuyó la razón entre hondura y manga.

El 25 de enero de 1610, el Señorío de Vizcaya recibió el encargo de enviar a la corte un capitán de mar experto «para la junta que debe celebrarse en razón de las reformas que se trataban de introducir en la fábrica de galeones de guerra». Se solicita:

un capitán de mar que sea de mucha experiencia e inteligencia para poderlo fiar dél, pues el negocio es de la importancia que se dexa considerar, enmendar los defectos que se han encontrado en las Ordenanzas generales sobre la forma de fabricar navíos de guerra y marchantes. [...] Y también con él un maestro carpintero que sea muy práctico.

La Junta debía comenzar «del 20 al 25 de enero próximo y se acabará con brevedad. Madrid, a postrero día de 1610»<sup>52</sup>. El capitán elegido debió de ser el ya citado Agustín de Ojeda. Esas juntas que se celebraban en la corte fueron dando lugar a modificaciones en las medidas, que se reflejaban en las sucesivas reglamentaciones, tratando de dar con el patrón más adecuado.

A dichas ordenanzas se hacen continuas referencias en un interesante manuscrito, *Diálogo entre un vizcayno y un montañés sobre la fábrica de navíos*, anónimo,

<sup>49</sup> J. L. RUBIO SERRANO, 1991, incluye una reproducción de las *Ordenanzas* «De los fabricantes y calafates» de 1618.

<sup>50</sup> AGS, GA, 776. Diego Brochero. Papel sobre la revisión de las ordenanzas. Madrid, 8 de octubre de 1612 (D. GOODMAN, 2001). Sobre Diego Brochero ver nota 32 de p. 524, y apunte biográfico en el mini-diccionario final.

<sup>51</sup> Antonio Moreno fue nombrado cosmógrafo de la Casa de la Contratación en septiembre de 1603, después de un informe favorable de Rodrigo Zamorano, «por saber muy bien las ciencias matemáticas, de astrología y cosmografía, y tener particular oficio de señalarlas en esta ciudad [...]». M.<sup>a</sup> I. VICENTE MAROTO y M. ESTEBAN PIÑEIRO, 2006.

<sup>52</sup> E. LABAYRU y GOICOECHEA: *Historia General del Señorío de Vizcaya*, vol. v., libro 6 de las Armadas de las Juntas Generales, Regimientos y Diputaciones del Señorío de Bizcaya, Bilbao, 1901.

muy probablemente escrito por Pedro López de Soto<sup>53</sup>, veedor y contador en Lisboa en la última década del siglo XVI. En él recoge el fruto de su larga experiencia al servicio del monarca y como constructor de navíos; escribe el tratado siendo ya muy mayor, hacia 1632. En la obra un montañés explica a un vizcaíno numerosas cuestiones relativas a la arquitectura naval. Su estructura es muy semejante a la citada *Instrucción náutica* del doctor santanderino Diego García de Palacio, y sus interlocutores son también un vizcaíno y un montañés. Pero hay que destacar que el *Diálogo* está escrito por un experimentado constructor, mientras que los autores de los tratados reseñados antes eran meramente teóricos o en algún caso navegantes.

Después del fracaso de la Gran Armada<sup>54</sup>, algunos constructores de navíos, como Pedro López de Soto, aconsejaron al monarca en diferentes memoriales que se construyeran barcos más ligeros, de más fácil maniobrabilidad y menor coste, siguiendo el modelo de los navíos flamencos e ingleses.

El *Diálogo* sigue el esquema de la *Instrucción náutica*, pero introduce importantes modificaciones en la fabricación de los navíos. Lamenta que ingleses y holandeses, en otro tiempo menos diestros en el arte de navegar que los españoles, «por descuydo y flojedad nuestra» nos aventajasen en esos momentos con sus flotas<sup>55</sup>. Como muchos otros tratados científicos y técnicos, que comienzan con la historia de la materia a que se refieren, relata la historia de la construcción de naves, partiendo de Noé. Explica que los navíos antiguos eran cortos de quilla, por cuya causa cabeceaban mucho, y tenían poco plan y mucho puntal. Destaca el papel desempeñado por don Diego Brochero de Anaya, almirante general de la Armada Real, que fue el impulsor de la reforma emprendida por Felipe III «que está en el cielo, quien mandó juntar el año de 1609 algunas personas prácticas y de experiencia en las cosas de la mar»; y se refiere después a las ordenanzas de 1611 para fabricar navíos de 100 toneladas hasta 1200. Aclara el montañés que, según esas ordenanzas, las naves tenían mucha quilla y poca manga, por lo que se reformaron en 1613 acortándose un poco

<sup>53</sup> Ed. facsímil realizada por la Universidad de Salamanca, 1998, con estudio y transcripción del texto de M.ª Isabel Vicente Maroto.

<sup>54</sup> J. L. CASADO SOTO: «Razones y sinrazones para el estado de opinión sobre la construcción naval española en el Renacimiento», 2006, pp. 431-444. El autor ha documentado perfectamente en sus trabajos el buen comportamiento de los buques mercantes españoles enrolados en la Gran Armada, ya que de las 25 naos cantábricas solo se perdieron 4, mientras que de 27 urcas del norte se perdieron 11, y de las 13 carracas mediterráneas se perdieron 8.

<sup>55</sup> Los constructores navales del norte de Europa, especialmente los holandeses, habían desarrollado métodos de construcción naval que requerían menos madera, ligeros para su tamaño y especializados en transporte; aunque no eran adecuados para la guerra, esos buques de carga no fortificados eran baratos de construcción y uso. Por el contrario, los galeones españoles, que debían satisfacer las dobles necesidades del comercio y la defensa, resultaban cada vez más costosos, por el aumento constante del precio de los materiales.

el largo; las nuevas ordenanzas de 1618, hechas en Madrid, contenían otros ajustes, y según ellas se fabricaron muchos galeones, sobre todo los años 1619, 1621 y 1623, en las tres escuadras de las provincias de Cantabria: Guipúzcoa, Vizcaya y Cuatro Villas<sup>56</sup> de la Costa de la Mar, en las montañas de Burgos. Pero en el *Diálogo* se afirma que se habían observado algunos defectos que nadie advertía al monarca<sup>57</sup>. El vizcaíno le propone que haga un «tratadillo de medidas de fábrica»,

en que reformase los defectos que le parece tienen los que se contienen en las Ordenanzas últimas de 1618, con declaración de la causa por que se añade o quita para que satisfaga a los que entendieren en este arte, las cuales se podían dar a algún consejero o privado con que abría ocasión de hablarle en esta materia tan importante.

El montañés se muestra conforme con la propuesta y comienza un «Tratadillo de navíos de 22 codos de manga, que será de 1200 toneladas y acavare en 100». Explica perfectamente la cantidad de tabla de madera y clavazón necesaria por cada tonelada de galeón; el tamaño y grueso de los árboles y bergas; la cantidad de jarcia —que recomienda sea de cáñamo de Calatayud, «que es buena y dura mucho»—, cables y lienzo para velas; el peso y tamaño de las áncoras, todo regulado por toneladas; la artillería precisa, con su pólvora y municiones; cuánta infantería y gente de mar, con el dinero que importará un mes de su salario y el bastimento necesario; todo lo referente a la gente de mar y guerra, con las habilidades y obligaciones propias de cada oficio; y, por último,

lo que costará el dar carena cada tonelada de los navíos de la Armada Real, así en Cádiz, Lisboa, Ferrol y Cantabria, para que el que quisiere buscar en este tratado todo lo que ymporta a fábricas, aprestos y obligaciones que tienen los que militaren en la Armada lo allen en él.

Tras la introducción, en el folio 3r comienza el tratado, siguiendo exactamente el esquema propuesto, excepto en que no llega a expresar lo que costaría el dar carena en los citados puertos, aunque vuelve a manifestar su intención de hacerlo en el fol. 39r, que está incompleto, hallándose en blanco el 39v. En total escribe 50 folios. Como recompensa a su trabajo, el montañés se contenta con que el tratado «sea de utilidad y provecho del prójimo, y servicio de Dios y de Su Magestad».

Introduce importantes reformas a las ordenanzas de 1618 y se ocupa en primer lugar de las medidas más adecuadas. Describe minuciosa y detalladamente cómo han de construirse los galeones «que debían servir a Su Majestad en sus Reales Armadas y flotas de las Indias, desde 22 codos de manga hasta 14, y desde 13 hasta 10 que serán pataches»; trata después sobre las mercaderías y pasajeros que podrían llevar y explica la cantidad de jarcia que necesitaría cada uno de estos galeones. En cuanto a las

<sup>56</sup> Cuatro Villas de la Costa de la Mar: Castro Urdiales, Laredo, Santander y San Vicente de la Barquera.

<sup>57</sup> El fracaso de las ordenanzas de 1618 dimanaba de la reducida escala de la manga, y los constructores vascos y cántabros rehusaron construir sus navíos con ellas. F. SERRANO MANGAS, 1989, p.35.

medidas del galeón, justifica que «el plan» ha de ser algo mayor que la mitad de la manga, comparando con los galeones de Flandes, fabricados con mucho plan, y concluye que «la nación flamenca practica con más perfección que ninguna las cosas de la mar»; para el puntal, propone 12 codos para galeones de 22 codos de manga, en lugar de los 11 de las ordenanzas de 1618, que no permitían de puntal más de la mitad de la manga, con el fin de poder servirse mejor de la artillería, «que es el principal nervio de la guerra», y mantiene esa proporción en los restantes navíos; la quilla será tres veces la manga, y la eslora 3,6 veces la manga. Se ocupa de cada uno de los elementos del galeón y de la disposición de sus compartimentos, dando cuenta de los diferentes materiales que componían un galeón de 500 toneladas (tipo que seguía siendo el preferido por los marineros), expresando lo que correspondería por cada cien toneladas. Introduce importantes modificaciones que argumenta debidamente; así, suprime los castillos y alcázares, que considera perjudiciales por muchas razones.

Una parte muy importante del tratado lo dedica a la tripulación más adecuada, con el sueldo que debían recibir, las raciones de comida y el detalle de sus obligaciones. A través del contenido del *Diálogo* se traslucen las graves dificultades de un momento histórico en el que el imperio de los Austrias comienza un declive irreversible<sup>58</sup>.

Un par de años después de la fecha de redacción del *Diálogo* denunciaba el joven alférez Pedro Porter y Casanate, en su *Reparo a errores de la navegación española* (Zaragoza, 1634), dedicado a don Fadrique de Toledo Ossorio, «Capitán General de la Armada Real, y Ejército del Mar Occéano, y de la gente de Guerra del Reyno de Portugal», que la decadencia había alcanzado también a los saberes náuticos; en su obra rectifica las posiciones del crucero del Norte por medio de observaciones propias, y enjuicia y pretende corregir los defectos en la práctica de navegar y en la formación de los hombres de su oficio. El zaragozano Pedro Porter dio a conocer la corredera (instrumento que permite estimar la velocidad del buque) en España, que ya se usaba desde 1590 en Inglaterra, aunque veía muchos inconvenientes en su uso. Llegó a ser almirante de la Mar del Sur, a ocupar la gobernación de Sinaola (1641-1647) y de Chile (1656-1661), y descubrió y exploró California a partir de 1643<sup>59</sup>. Para la defensa de los reinos y su conservación, por medio de los tratos y el comercio, en

---

<sup>58</sup> Se conserva manuscrito en la Academia de la Historia madrileña, 9/3522, un interesante *Memorial para la fábrica de naos*, enviado por el capitán Diego López de Guitián a Felipe IV, en el que propone mejoras para la construcción de galeones, especialmente para su mayor fortaleza. El capitán López de Guitián sirvió en la escuadra del corso del duque de Maqueda y Nájera, un importante armador que aprestó una primera escuadra de seis navíos para el corso en 1623, y estuvo en activo hasta 1633. M.<sup>º</sup> I. VICENTE MAROTO y M. ESTEBAN PIÑEIRO: «Memorial para la fábrica de naos y fortificación de Diego López de Guitián», *Cuadernos de Estudios Borjanos*, L-LI, Centro de Estudios Borjanos, Institución Fernando el Católico, 2007-2008, pp. 147-169.

<sup>59</sup> S. BERNABEU ALBERT: «El Almirante Pedro Porter y los errores de la navegación en el siglo XVII», *Estudios de Historia de la Ciencia y de la Técnica*, t. II, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1989, pp. 651-663.

su obra considera esencial la existencia de hombres expertos y versados en la náutica, para no perder lo adquirido en la extensa y poderosa monarquía; pero se muestra muy pesimista y alarmado por la situación de la náutica.

En España se mantuvo hasta el siglo XVIII el mismo sistema para la construcción de los vasos, sin planos y, en la mayoría de los casos, sin modelos previos a escala. Pero, como señala Fernández González, las proporciones de los navíos se van modificando: los cascos se alargan y se «afragatan», reduciendo sus obras muertas todo lo posible, como recomendaba el autor del *Diálogo*.

Las naos españolas se fabricaron sin planos hasta las ordenanzas de Gaztañeta, en 1712 (con retraso respecto a Francia o Inglaterra), lo cual no impedía que salieran unas naves fuertes y marineras, capaces de competir con ventaja con las de las demás naciones. Es indudable que los constructores conocían las formas y sabían cómo lograrlas, colocando maderos labrados con la «cuenta y razón» que convenía en cada caso. El método funcionó a la perfección, produciendo naos de la mejor calidad en la parte de Vizcaya y sus comarcas, cuando eran para navegar sus propios dueños; pero no ocurría igual cuando se construían para venderlas. No obstante, los planos se hacen necesarios por dos razones fundamentales: al igual que en la obra pública o la arquitectura (fuese militar o civil), cuando las formas y los elementos del barco los crea alguien que no está en el astillero, o alguien que no lo construye; la segunda, cuando la representación a escala se debe tomar como referencia para las medidas exactas, por ejemplo para repetir la misma construcción en una serie, en uno o varios astilleros, incluso en años distantes.

## V

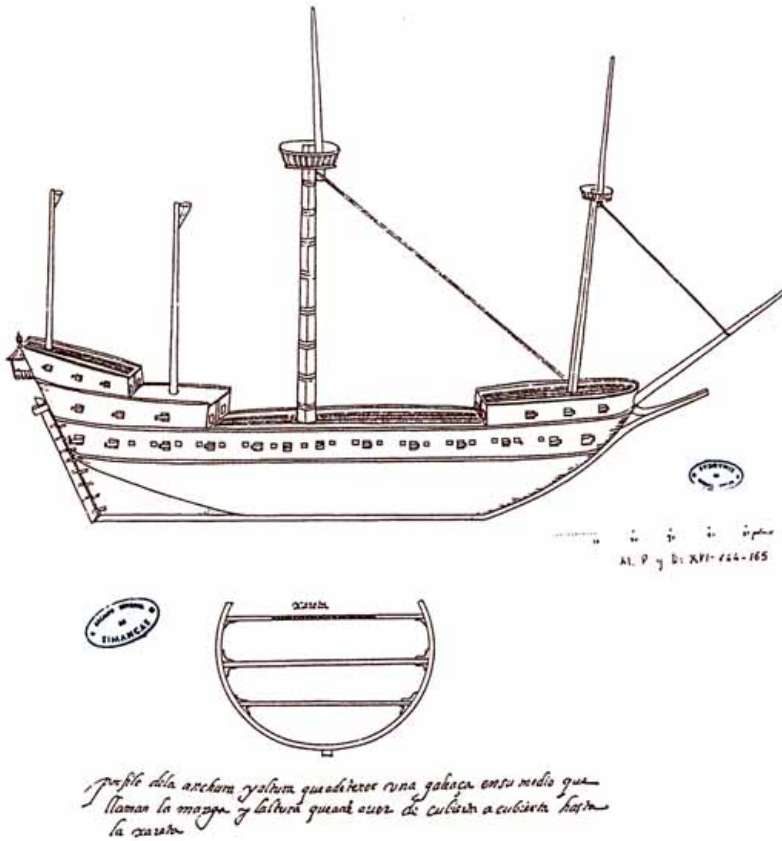
### A MODO DE CONCLUSIÓN

Los hombres de mar ibéricos —a diferencia del resto de los pueblos marítimos europeos, que habitualmente navegaban por mares (Mediterráneo, del Norte, Báltico)— nada más salir de sus puertos se tenían que enfrentar con la ola oceánica. Ello les forzó a desarrollar prototipos navales dotados de la fortaleza estructural, agilidad y capacidad de maniobra requeridas para garantizar buques y vidas en medio tan hostil<sup>60</sup>. Según Bernard y otros autores, fueron ellos los introductores de los elementos más aprovechables de la tecnología naval mediterránea en el Atlántico y de

---

<sup>60</sup> J. L. CASADO SOTO: «Razones y sinrazones para el estado de opinión sobre la construcción naval española en el Renacimiento», 2006, pp. 431-444. Director del Museo Marítimo del Cantábrico, Casado Soto ha publicado numerosos trabajos, cuyos resultados, junto a los de otros historiadores, han permitido desmontar los tópicos que la Leyenda Negra fue estableciendo acerca de la supremacía naval inglesa sobre la española. En estas conclusiones nos hacemos eco de las suyas en el trabajo citado.





**15.14. Galeaza-galeón: prototipo elevado al Consejo de Guerra, 1589** (AG Simancas, Valladolid).

la atlántica en el Mediterráneo<sup>61</sup>. Y fue en los astilleros cantábricos donde se llevó a cabo la integración de tales elementos, dando lugar al barco arquetípico de los grandes descubrimientos oceánicos renacentistas, la nao con aparejo redondo<sup>62</sup>. Aquellos barcos y aquellos hombres, junto con la tecnología ofensiva y capacidad guerrera, llegaron a ser en el siglo XVI el poder dominante sobre las aguas atlánticas europeas<sup>63</sup>.

<sup>61</sup> J. BERNARD: *Navires et gens de mer à Bordeaux (vers 1400-vers 1550)*, París, Édition Jean Touzot, 1968.

<sup>62</sup> J. L. CASADO SOTO: «Construcción naval y navegación», 2002, vol. II, pp. 433-501.

<sup>63</sup> L. SUÁREZ FERNÁNDEZ: *Navegación y comercio en el Golfo de Vizcaya*, Madrid, CSIC, 1959.

España, y a otra escala cuantitativa Portugal, contaron con la mejor tecnología naval entonces disponible. Los descubrimientos y asentamientos colonizadores proporcionaron recursos económicos cuantiosos, así como información privilegiada y exclusiva sobre las fuentes de riqueza, cuya explotación y ampliación dependía en gran medida, precisamente, de la tecnología naval que la había hecho asequible. En consecuencia, las inversiones y estrategias para mejorar los buques y su armamento no cesaron de crecer durante todo el Renacimiento<sup>64</sup>. Los pueblos atlánticos ibéricos disponían de más recursos que cualquier otro, así como mayor interés en mantener su hegemonía. La Casa da India en Lisboa y la Casa de Contratación de las Indias en Sevilla canalizaron los esfuerzos normativos e inversores en tal sentido, pero el gran salto adelante se dio durante el reinado de Felipe II, mediante la racionalización de los procesos, la canalización de fuertes inversiones regulares y la creación de infraestructuras administrativas y operativas que pusieran en pie y mantuvieran el poderío naval español.

Cuando en los años cincuenta del siglo xvi se manifestó con especial premura la crisis de disponibilidad de buques con que atender a todas las «carreras», tanto pesqueras como mercantiles, además de a las permanentemente crecientes exigencias militares, el problema no radicaba en la reducción de la capacidad productiva, sino en el crecimiento desmesurado de la demanda. No solo eran los españoles quienes requerían cada vez más buques, más grandes, fuertes y marineros, sino que la alta calidad de aquella construcción naval generaba una amplia demanda externa, que no dudaba en pagar hasta un 50% más por un barco construido en el Cantábrico que por otro del mismo tonelaje labrado en cualquiera de las demás potencias navales del escenario europeo<sup>65</sup>.

En consecuencia, se puede afirmar que España (junto con Portugal) contó durante los siglos xv y xvi con la mejor y más abundante flota de barcos oceánicos de Europa y con la mayor capacidad productiva de buques, sistematizada y apoyada por la Corona. Los hombres de mar y de astilleros españoles fueron muy creativos y eficientes a la hora de desarrollar nuevos prototipos de buques, tanto privados como de iniciativa pública. Pusieron en marcha procesos que permitieron una producción naval diversificada y técnicamente equilibrada, sometida tempranamente a formulaciones matemáticas, tratando de lograr una construcción estandarizada.

Pero la crisis económica —latente desde principios del siglo, que abocó en una bancarrota en 1627 y a una devaluación del 50% al año siguiente (año aciago en el que la Flota de Tierra Firme cayó en manos holandesas)— hizo que la hegemonía ibérica fuera dejando paso desde las primeras décadas del siglo xvii a los países del norte de Europa, tal como se refleja en los tratados de construcción de navíos y en la abun-

---

<sup>64</sup> J. L. CASADO SOTO: «Aproximación a la tipología naval cantábrica en la primera mitad del siglo xvi», 1998, pp. 169-192.

<sup>65</sup> J. L. CASADO SOTO, 1988.

dante documentación conservada. Aunque, como también destaca Serrano Mangas, autor de numerosos estudios sobre las Armadas de la Plata en el siglo xvii, la construcción naval española del siglo xvii no estaba atrasada, ni mucho menos<sup>66</sup>, sino que se centraba en lo que convenía. Los barcos y la técnica naval se fueron adaptando a los distintos mares del globo terráqueo, y después de 1639 la Monarquía católica renunció definitivamente al control del mar del Norte y del Báltico; el repliegue hispano se concretó en blindar la carrera de Indias<sup>67</sup>. El tipo de navío que demandaba la conexión americana era muy diferente al utilizado por los países europeos —Inglaterra, Francia y Holanda— en sus duelos por la hegemonía, y la Administración española aplicó un admirable pragmatismo: un navío sólido, con las justas defensas y fabricado concienzudamente para durar, resistir y proteger su carga, frente al navío de línea, concebido exclusivamente para hacer la guerra, con el mayor número de cañones y con el menor costo posible. No existió, por tanto, tampoco en el siglo xvii, atraso español, sino desentendimiento de los asuntos europeos: la monarquía hispánica se centró en mantener su imperio americano, ignorando la complicada partida que se jugaba en los mares del Viejo Mundo.

Si acudimos a los testimonios de la época en estudio, Juan Escalante de Mendoza, en su *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*, manuscrito de 1575, destaca las bondades de los navíos fabricados en la cornisa cantábrica y en Portugal:

Los castellanos pretenden hazer naos grandes y pequeñas y de todas suertes, modos y maneras para navegar con ellas todo el mar del mundo, y que sirvan de todas las cosas juntas a que sirven las de todos los reinos y provincias [de Europa] [...] Pero [...] está verificado que las mejores naos que antiguamente se solían hazer [...] los mejores maestros y aderezos de madera, clavazón, brea y cáñamo que hay para esta fábrica de navíos ordinarios, es en Vizcaya y sus comarcas [el Cantábrico], y, en lo más general, allí le dan la mejor traça, quenta y medida que pueden tener para, mejor y con menos riesgo y peligro, poder navegar, aunque las naos y galeones que en Lisboa se labran para sus navegaciones y armadas, son en todo más fuertes que otras ningunas, como para sus efectos se requiere.

<sup>66</sup> Todavía a mediados del siglo xvii, cuando se discutía la posibilidad de contratar la construcción de galeones en el extranjero, donde costaban casi la mitad que en el Cantábrico, al final los criterios de calidad marinera y seguridad acababan imponiéndose, por lo que los asientos se terminaban llevando a cabo en los cualificados astilleros de Cantabria o del País Vasco. (F. SERRANO MANGAS, 1989).

<sup>67</sup> F. SERRANO MANGAS: «Demandas de buques para flotas y avanzadas hispanas en el siglo xvii», en L. RIBOT y L. de ROSA (dirs.): *Naves, puertos e itinerarios marítimos en la época Moderna*, Madrid, Actas, 2003, pp. 111-126. Serrano afirma que la realidad histórica contrasta con la visión proporcionada por la literatura y la industria cinematográfica, ya que nunca tuvo lugar la rendición de un galeón de plata ante piratas; solo se produjo esa eventualidad frente a Armadas regulares, infinitamente superiores en la capacidad de fuego artillero y en contadísimas ocasiones: 1628 y 1656. El prestigio e imbatibilidad de los galeones que transportaban la plata americana perduró hasta la década de los cincuenta, hasta los desequilibrados sucesos con las potentísimas escuadras de Blake (p. 117).

Pero en 1631, el autor del *Diálogo entre un vizcaíno y un montañés sobre la fábrica de navíos* alaba las cualidades de los barcos de los países del norte europeo y escribe: «La nación que más se ha adelantado en este arte es la holandesa, que fabrica sus navíos muy fuertes, galanes sobremanera, y muy ligeros».

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBUQUERQUE, LUÍS, F. CONTENTE DOMINGUES y otros: *Dicionário de história dos Descobrimentos portugueses*, 2 vols., Lisboa, Círculo de Leitores, 1994.
- CASADO SOTO, JOSÉ LUIS: *Los barcos españoles del siglo XVI y la Gran Armada de 1588*, Madrid, Instituto de Historia y Cultura Naval-San Martín, 1988.
- «Aproximación a la tipología naval cantábrica en la primera mitad del siglo XVI», *Itas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, II (1998), pp. 169-192.
- «Aproximación a la galera española en el Mediterráneo durante la época de Felipe II», en *Felipe II y el Mediterráneo. IV: La Monarquía y los reinos*, Madrid, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1999, pp. 331-348.
- «Construcción naval y navegación», en L. García Ballester (director), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla, Edad Media*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002, t. II, pp. 433-501.
- «Razones y sinrazones para el estado de opinión sobre la construcción naval española en el Renacimiento», en M. I. Vicente Maroto y M. Esteban Piñeiro (coords.), *La ciencia y el mar*, 2006, pp. 383-398.
- CEREZO MARTÍNEZ, RICARDO: *Las Armadas de Felipe II*, Madrid, Instituto de Historia y Cultura Naval-San Martín, 1988.
- CONTENTE DOMINGUES, FRANCISCO: *Os Navios do Mar Oceano. Teoria e empiria na arquitectura naval portuguesa dos séculos XVI e XVII*, Centro de História da Universidade de Lisboa, 2004.
- «El rigor de la medida: Unidades de medida lineal y de arqueo en la construcción naval ibérica en los inicios del siglo XVII», en M.<sup>a</sup> I. Vicente Maroto y M. Esteban Piñeiro (coords.), *La ciencia y el mar*, 2006, pp. 371-381.
- FERNÁNDEZ DURO, CESÁREO: *Disquisiciones náuticas*, 6 vols., Madrid, 1880. Reed. por el Instituto de Historia y Cultura Naval, Ministerio de Defensa, Madrid, 1996.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, FRANCISCO: *Arte de Fabricar Reales. Edición comentada del Manuscrito original de don Antonio de Gaztañeta Yurribalzaga*, Barcelona, 1992, 2 vols.

- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, FRANCISCO: «Gaztañeta y los grandes galeones de la Carrera de Indias», en *Actividad constructora naval y núcleos de población en torno a la Real Fábrica de Bajelos del Astillero de Guarnizo*, Santander, 1991, pp. 445-491.
- FERNÁNDEZ NAVARRETE, MARTÍN: *Colección de Documentos y Manuscritos compilados por*, Museo Naval de Madrid-Kraus-Thomson, 1971.
- *Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo xv*, 5 vols., Madrid, Real Academia de la Historia, 1829-1859.
- GONZÁLEZ ALLER, J. I. (comp.): *Obras Clásicas de Náutica y Navegación*, CD-Rom, Madrid, Colección Clásicos Tavera, Digibis, 1998.
- GOODMAN, DAVID: *El poderío naval español. Historia de la armada española del siglo xvii*, Barcelona, Península, 2001.
- *Poder y penuria. Gobierno, tecnología y ciencia en la España de Felipe II*, Madrid, Alianza Universidad, 1990.
- MANCHO DUQUE, M.<sup>a</sup> JESÚS (dir.): *La ciencia y la técnica en la época de Cervantes: textos e imágenes*, Ediciones Universidad de Salamanca en CD, 2005.
- PÉREZ TURRADO, GASPAR: *Las Armadas españolas de Indias*, Madrid, Mapfre, 1992.
- RAHN PHILLIPS, CARLA: «Spanish measurements reconsidered: the *Instrucción Náutica* de Diego García de Palacio (1587)», *Mariner's Mirror*, 73(3), 1987.
- *Seis galeones para el Rey de España. La defensa imperial a principios del siglo xvii*, Madrid, Alianza Editorial, 1991.
- RIBOT, L., y L. DE ROSA (dirs.): *Naves, puertos e itinerarios marítimos en la época Moderna*, Madrid, Actas, 2003.
- RUBIO SERRANO, J. L.: *Arquitectura de las naos y galeones de las Flotas de Indias (1590-1690)*, 2 vols., Málaga, Seyer, 1991.
- SERRANO MANGAS, FERNANDO: *Armadas y flotas de la Plata (1620-1648)*, Madrid, Banco de España, 1989.
- *Función y evolución del galeón en la Carrera de Indias*, Madrid, Mapfre, 1992.
- TRUEBA, EDUARDO: «Tonelaje mínimo y arqueo de buques en Sevilla (siglo xvi)», *Revista de Historia Naval*, n.º 20, 1988, pp. 33-59.
- VICENTE MAROTO, M.<sup>a</sup> ISABEL: *Diálogo entre un vizcaíno y un montañés sobre la fábrica de navíos*, Ediciones Universidad de Salamanca, 1998.
- «Agustín de Ojeda y la construcción de navíos a finales del siglo xvi», en M. I. Vicente Maroto y M. Esteban Piñeiro (coords.), *La ciencia y el mar*, 2006, pp. 311-344.
- y M. ESTEBAN PIÑEIRO: *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1991; 2.<sup>a</sup> ed., 2006.

VICENTE MAROTO, M.<sup>a</sup> Isabel y M. ESTEBAN PIÑEIRO (coords.): *La ciencia y el mar*, Valladolid, Sever-Cuesta, 2006.

— «Memorial para la fábrica de naos y fortificación de Diego López de Guitián»: *Cuadernos de Estudios Borjanos*, L-LI, Centro de Estudios Borjanos, Institución Fernando el Católico, 2007-2008, pp. 147-169.

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