

Francisco Fernández González

**ARQUEOLOGÍA DE LA
ARQUITECTURA NAVAL**

19 de Octubre de 1995

EL ILMO. SR. D. FRANCISCO FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, ES DOCTOR INGENIERO NAVAL, CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD (U.P.M.), MASTER OF SCIENCE IN NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING POR EL M.I.T. DE MASSACHUSETTS.

En los últimos años he tenido la ocasión de trabajar con arqueólogos navales para interpretar varios hallazgos y elaborar diversas reconstituciones. Se trataba de verdadera Arqueología, en el sentido de la ciencia histórica.

En cada caso surgían muchas preguntas que cuestionaban el progreso de las habilidades técnicas así como del propio conocimiento aplicado en las construcciones. En todos los casos quedaba una pregunta flotando en el aire, que no se planteaba para aquellos fines, pero que llamaba con insistencia a la mente del Ingeniero Naval:

¿ Qué actitudes mentales tenían los constructores de la Antigüedad ?

¿ Eran nuestros antepasados conscientes de la tecnología que escondían sus habilidades ?

Y a partir de aquí era inmediato preguntarse:

¿ Cómo empezó y cómo creció la Arquitectura Naval ?

¿ Podemos reconocer sus ingredientes en la construcción naval preterita ?

Entiendo que, si la Arqueología tiene como objeto el conocimiento de lo antiguo, podamos plantearnos el estudio de la Arqueología de la Arquitectura Naval. Y más aún si para ello tenemos que recurrir a técnicas y métodos que son comunes al estudio de la arqueología histórica.

Así pues, en esta presentación me propongo desarrollar estas ideas apoyándome en un rápido recorrido histórico.

La construcción naval antigua es una muestra riquísima de la habilidad del hombre técnico. Sus ejemplos nos valen para ilustrar qué problemas se planteaban y, mejor aún, cómo los resolvían.

Pero, aún más, vemos cómo en el progreso histórico de la construcción naval no se trata sólo de resolver problemas, sino que los constructo-

res llegan a plantearse los como partes de un objetivo que cada vez aparece más complejo.

Cuando la vida del marino, y sus bienes, dependen del rendimiento de su embarcación debemos pensar que las soluciones que permanecen son las mejores posibles en cada momento y en cada lugar. Creo que puede afirmarse que ante el mismo problema, los hombres han propuesto las mismas soluciones cuando han dispuesto de los mismos medios.

Sin embargo, cuando aparece el navío del Estado, o el de la Corona, se añaden condiciones espurias desde el punto de vista de los problemas: se incluyen modas, restricciones y preferencias y no se valora el mérito individual, sino como la media de muchos casos. No se busca ya el mejor navío aislado, sino aquellos navíos que, usados como conjunto, sirven mejor a las necesidades del país.

S. XVII-XVIII

En primer lugar, veamos cómo se establece la Arquitectura Naval entre los siglos XVII y XVIII.

Como expresaba Finchman a mediados del XIX, la Arquitectura Naval se manifiesta en el servicio de los barcos y las flotas, en cómo se usan y cómo funcionan, porque es entonces cuando muestran el progreso que se ha realizado al proyectarlos y al construirlos.

Se consigue lo que denominamos progreso cuando se confrontan los resultados con las previsiones, y cuando se proponen luego las mejoras consiguientes. Por tanto, para ayudar al progreso de su arte, y de su profesión, los Arquitectos Navales deben conocer lo que es capaz de hacer un buque, en su navegación, en sus maniobras y en acción.

Antes que Inglaterra, en España, Francia, Rusia y Suecia se hizo de la Arquitectura Naval un objetivo nacional. Y en ellas surgieron autores que acreditaron su conocimiento como: Jorge Juan, Bouguer, Daniel Bernoulli, Vial de Clairbois, Leonardo Euler, Romme y Chapman.

Son objeto de la Arquitectura Naval mejorar y aplicar la teoría y perfeccionar su arte. Pero también la expresión literaria es importante para ella. Además, la investigación y el desarrollo de la teoría son tan difíciles

que sólo pueden conseguirse a través del dominio de ramas superiores del saber, como la matemática y la filosofía natural.

En el curso de la Historia, y no sólo en las primeras épocas de la navegación, el arte de construir barcos tuvo casi siempre que desarrollarse sin el concurso de la ciencia establecida. Si nos fijamos en los siglos anteriores al XVIII veremos que hicieron sus barcos al gusto de las épocas, sólo bajo el influjo de cómo las habilidades mecánicas eran capaces de resolver las ideas de los constructores.

Pero hubo gustos propios de las naciones al igual que de las épocas, y se produjeron unos resultados más rudos y otros más refinados, incluso antes de que se implantara una verdadera base científica para esta arte.

Porque el desarrollo del Arte de construir barcos nunca esperó a tener una base científica propia: la necesidad la forzaba a avanzar, y junto con muchos errores se descubrieron hechos importantes; y al conservar lo verdadero y rechazar los errores, a través de un largo camino de experiencia, se produjeron barcos cada vez más excelentes, capaces de cumplir los objetivos de sus épocas, antes de que se estableciera una Teoría de la Arquitectura Naval.

Durante el s.XVII los fragmentos que constituían el conocimiento se combinaron para formar un sistema superior a lo que se podría haber esperado de la mera evolución del Arte.

Cuando en 1783, M.Levêque, quien tradujo al francés la obra de J.Juan, dice que:

«al final del siglo pasado no había en Europa ni un solo libro de navegación, salvo para pilotos; la construcción de los buques estaba abandonada a meros carpinteros, y no se consideraba que la Arquitectura Naval se basaba en una aplicación constante de la mecánica y la geometría»

refleja la decadencia que sufre el Continente, y que afecta también a Inglaterra, pues, aunque Phineas Pett fuera graduado de Cambridge, y no «un mero carpintero», después de su hijo y de Anthony Dean las Ordenanzas inglesas convirtieron al Arte en un ejercicio recuperado de la técnica de los carpinteros.

Es interesante seguir el progreso del Arte, destacar sus características y sus cambios, y advertir los momentos en que se manifiestan sus lo-

gros. Así podremos identificar su relación con el germen y la expansión de la teoría que ha determinado los efectos de la Ciencia en la Arquitectura Naval.

Cuando Luis XIV se embriagó de la ambición de convertir a Francia en una potencia naval, y toda la Francia de Colbert participó de este objetivo, la Ciencia empezó a asomar sobre el Arte de construir barcos.

En 1673 el P.Pardis publicó un *Traité de Statique* en el que se tomaba como ejemplo el cálculo de las fuerzas que rigen el curso del buque con viento de través. Sin embargo, sólo 4 años más tarde el Sieur de Dassié sacaba a la luz pública *L'Architecture Navale, et la Science du Pilot, contenant la manière de construire les Navires, Galères et Chaloupes, et la définition de plusieurs autres espèces des Vaisseaux* en el que se usaba la quilla como parámetro principal del dimensionamiento, y no se hacía mención alguna de los novedosos principios científicos.

En realidad, el título es engañoso a estas alturas, y utiliza el término Arquitectura para designar lo que sólo son reglas y medidas para la construcción, por más que proclame que:

«... el objeto principal de mi diseño ha sido reducir a un Arte, la más metódicamente que me ha sido posible, una Ciencia tan necesaria y tan útil al Estado; hacerla familiar, incitar a los sabios matemáticos y a los Ilustres Ingenieros de la Real Academia a buscar los medios infalibles para hacer los Navíos más ligeros a la vela, y hallar el justo peso de toneladas y la verdadera simetría, a fin de convertir la «Arquitectura Naval» en el punto de más alta perfección.»

Este texto muestra cuál era el estado del Arte en Francia, años después de que los buques españoles fueran admirados en el resto de Europa y cuando la excelencia de los buques franceses merecía la envidia de la marina inglesa que buscaba imitarlos. Pero no incluye ningún razonamiento sobre la bondad de los bajeles, ni esboza teoría alguna que explique su comportamiento en la mar.

Es evidente que la atención de los constructores navales se dedicaba a las condiciones ya probadas más que a los principios. Se daban las instrucciones prácticas para trazar los planos del casco y de las cuadernas, así como los detalles para calcular y preparar la madera necesaria.

A pesar de las indudables ventajas de disponer de una teoría, válida para todo tiempo y circunstancia, se tropezaba con dos grandes obstáculos:

— El más importante, la dificultad de aplicar principios abstractos a una máquina tan compleja como el buque, cuando las condiciones de su entorno eran tan poco conocidas.

— El segundo, la común aversión de los constructores navales a usar el recurso de la teoría, que probablemente sea consecuencia del anterior.

La importancia que se daba a colocar la Arquitectura Naval sobre bases menos inciertas provocó una serie de conferencias en París, en 1681. Curiosamente, ¡un siglo después de la primera experiencia similar en España!

Aunque las discusiones se centraron en la forma externa del casco, los debates arrastraron las opiniones de eminentes científicos de la época. El caballero Renaud propuso usar curvas cónicas, por su sencillez, pero sus ideas sobre la velocidad, basadas en el ángulo de deriva y del velamen, y en el de entrada en la flotación, merecieron la atención y el rechazo de Huygens (1693) y Jaime Bernoulli (1696, Groningen). Su respuesta final *Memoire où est démontré un principe de la mécanique des liqueurs, dont on s'est servi dans la Théorie de la Manoeuvre des Vaisseaux* fue contestada por Juan Bernoulli (1714, Basilea) en el *Essai d'une nouvelle Théorie de la Manoeuvre des Vaisseaux*. En este ensayo avanza un nuevo campo, el de la resistencia de las formas en el fluido, pero desprecia algo tan obvio como la caída del navío a sotavento bajo la acción del viento.

Todas estas discusiones e investigaciones pecaban de un mismo fallo: eran puras elucubraciones teóricas, en su mayor parte matemáticas, y ninguna de ellas estaba relacionada con la experiencia, por lo que su aplicación práctica tenía que ser, necesariamente, nula.

La conexión práctica la daba en 1697, alejado de la controversia más oficialista, el jesuita Pablo Hoste, profesor de matemáticas en el seminario real de Toulon, con su *Théorie de la Construction des Vaisseaux, qui contient plusieurs traites de Mathématiques sur des matières nouvelles et curieuses*.

En esta obra pone de manifiesto la realidad de la mejor construcción naval francesa:

«No puede negarse que el arte de construir barcos, que es tan necesaria para el Estado, es la menos perfecta de todas las artes. Los mejores constructores fabrican las dos principales partes del navío, o sea la popa y la proa, guiados casi sólo por el ojo; por eso ocurre que el mismo constructor, construyendo al mismo tiempo dos barcos con el mismo modelo, la mayoría de las veces los fabrica tan distintos que tienen cualidades opuestas.»

«La suerte tiene tanto que ver con la construcción que los navíos que se construyen con más cuidado son con frecuencia los peores; y los que se fabrican sin cuidado, son a veces los mejores. Así, los navíos más grandes son a menudo los más defectuosos; y se ven buques mejores entre los mercantes que en la marina real.»

«Además, los tratados de Arquitectura Naval que hasta aquí han aparecido, sólo tocan la superficie de la construcción naval. Los autores se satisfacen dando el nombre, la forma, la conexión y el uso de varias partes del navío, con algunas proporciones generales, que la casualidad o el capricho han introducido entre los constructores. Pero, ¿quién no ve que todo esto puede enseñar a construir buques buenos o malos, y no a hacerlos buenos con la mayor certeza y facilidad, y con el menor gasto posible, como la perfección del arte requiere?.»

«Es cierto que durante los años pasados los constructores franceses han trabajado para mejorar su arte. Algunos han comenzado a hacer planos, en los que han determinado todas las cuadernas o modelos de la proa y de la popa; pero al no tener los principios necesarios trabajan con poca certeza. Sus barcos no son mejores que los que se construían sin saber leer o escribir: no navegan mejor, no aguantan la vela tan bien - más bien se quebrantan - duran menos; en una palabra, los constructores de hoy coinciden con los antiguos en que 'aún no se sabe lo que requiere la mar'.»

El P.Hoste abordaba con detalle y con el apoyo de la Matemática aspectos tales como las características hidrostáticas, la estabilidad, el centro de gravedad, la escora y el balance, el embonado, el cabeceo, el efecto de la estiba, la velocidad, y el efecto de las olas. Sin embargo, durante

cincuenta años después de estas proposiciones teóricas, Francia seguía los dictados del consejo de 1681, basados en la obra del Señor de Dassié.

El conocimiento era una colección de hechos disjuntos que no permitían presentar a los constructores unas relaciones que los convencieran. Y los constructores desconfiaban de los teóricos. La «autoridad» establecía las dimensiones principales, pero las formas del casco se guardaban celosamente en cuadernos manuscritos por cada maestro. La falta de comunicación de las experiencias impedía planter la Arquitectura Naval de manera inteligente.

Cuando en 1738 Bernoulli publica su *Traité d'Hidrodynamicque* resuelve el tratamiento de las carenas y su estabilidad.

En 1755 la Real Sociedad de las Ciencias francesa premió a Chauchot por una Memoria para disminuir los movimientos de balance y cabeceo de los navíos. Dos años después distinguía un trabajo de Daniel Bernoulli sobre el mismo tema, basado en la mecánica de los flotadores cilíndricos y esféricos.

En 1758, M. Duhamel du Monceau, Inspector General de la Marina, dedica sus *Eléments de l'Architecture Navale ou Traité Pratique de la Construction des Vaisseaux* a la reciente Academia de la Marina (1752). Está dirigida a los alumnos y guardiamarinas, por lo que evita todo recurso a la matemática, justificándose porque «los Sres. Bouguer y Euler han tratado la parte teórica de la Arquitectura Naval de una manera tan elegante y tan completa que uno se siente dispensado por mucho tiempo de trabajar en el plano que ellos han elegido.»

Aquí, cuando ya otros autores han ayudado a estructurar la Arquitectura Naval, nos hallamos, como en el caso del Señor de Dassié, ante el uso inadecuado del término para denominar un mero tratado o reglamento práctico de construcción. Lo que nos causa extrañeza en quien fuera el creador de la Escuela de Constructores de París en 1740.

Por el contrario, en el primer párrafo del Prefacio de su *Traité du Navire, de sa Construction et des ses Mouvements*, dedicado al Conde de Maurepas, Ministro de la Marina en 1746, Bouguer define inequívocamente la Arquitectura Naval como el resultado de varias disciplinas que desarrolla en su obra:

«Apenas era posible que la Arquitectura Naval, complicada como es, por la multitud de diversos conocimientos que ella supone, hiciera tan rápidos progresos como las otras partes de la Marina que son incomparablemente más sencillas. Hacía falta, no sólo que las diversas Teorías sobre los movimientos, de las que depende, y cuya época es bastante reciente, fueran llevadas más lejos, era todavía necesario que el mismo Análisis y los métodos geométricos que debían servir para resolver los grandes dificultades que le son propias, llegaran también a un grado de perfección que no hace mucho tiempo han adquirido. Ninguna materia pedía ser más esclarecida por la luz que las Matemáticas, y es cierto que ninguna ha sido más privada de ella hasta el presente.»

Jorge Juan publica su *Examen Marítimo* en 1771, en el que por vez primera se conciertan una gran formación científica y una amplia experiencia náutica. Hasta el punto que, de haber dispuesto entonces de suficiente información empírica hubieran sido más aplicables los resultados de su investigación.

Poco después, L.Euler, que ya había ganado el premio de la Academia de Ciencias francesa en 1759 con un ensayo sobre la estabilidad, sacaba en S.Petersburgo su *Teoría Completa de la Construcción y de la Maniobra de los Bajeles*, que incluye una consideración sistemática de los principios que rigen la construcción naval.

El último tercio del siglo XVIII asiste a la multiplicación de los estudios teóricos y experimentales, cada vez con mayor contenido científico: Borda, Romme, Chapman, Atwood publican sus trabajos en este periodo. Se crean las escuelas europeas de ingenieros navales y la Enciclopedia la incluye entre sus temas.

La Arquitectura Naval ha quedado establecida como rama del Saber.

Pero, ¿ cómo se llegó hasta aquí ?

¿ Cómo se transformó en Arquitectura Naval el arte y la técnica del carpintero de ribera, del maestro de azuela ?

¿ Tienen algo en común los arquitectos navales del XVIII y los constructores del barco de Keops ?

¿ Qué habilidades mentales usaron los antiguos que también utilizaran los constructores de los navíos de línea ?

¿ Cómo fueron ordenándose las medidas, cuentas, razones desde un proceso racional difuso hasta establecerse con la estructura de una rama de la Ciencia?. Es decir,

¿ Cómo se pasó de la Ciencia como expresión del Conocimiento a la Ciencia como ordenación de ideas y teorías expresadas por medio de la Matemática?

Un manuscrito inacabado de João Baptista Lavanha (1600+) titulado *Livro primeiro de Architectura Naval* usa por vez primera esta expresión. Pero permaneció desconocido para el público, por lo que la «Arquitectura Naval» se acuña como término con la obra de Furttenbach *Architectura Navalis* publicada en Alemania (1629).

Sin embargo, la acepción de la Arquitectura en Furttenbach se refiere más a lo que tiene de común con la arquitectura de tierra adentro y presenta la imaginería barroca de las naves de la época, y en especial de las galeras. No olvidemos que la galera Real de Lepanto era un dechado de arte a flote, como pudo haberlo sido un palacio o una iglesia del XVI, y que algunos navíos no entraron en combate para no perjudicar sus obras de arte: tanta riqueza tenían. Y hoy hemos conocido las joyas embarcadas en el «Wasa», y las que navegaban a bordo de los galeones españoles como el «San Diego», para hacer más grata la vida de sus marinos.

Se equipara al que diseña el navío con el «arquitecto» de iglesias y palacios. Pero se olvida que el arquitecto es, en su significado original, el «mejor obrero», y en construcción naval se corresponde con el «maestro de azuela», el «mestre d'aixa», o el mejor «carpintero de ribera».

El dominio de la técnica se muestra en la manera de resolver los problemas que la necesidad y el progreso plantean, de modo que podemos hablar de verdadera «arquitectura naval» cada vez que nos hallamos ante un salto cualitativo en la técnica tradicional. Aunque ignorasen las leyes físicas que eran los fundamentos de sus decisiones, o no supieran formularlas, los constructores de navíos han buscado siempre el mejor resultado de su trabajo, han intentado ser «arquitectos».

El siglo XVIII incluyó entre sus competencias el proyecto más elaborado, reduciendo el error posible, y le exigió el conocimiento de las bases científicas que justificaban sus decisiones.

Así, pues, la Arquitectura Naval es, en su origen como Ciencia, sinónimo de una Construcción Naval más elaborada, que es consciente de las ciencias que explican el comportamiento del navío en la mar.

En un ejercicio de investigación histórica, podemos seguir la evolución del arte y la técnica de construir barcos, y buscar una explicación consciente de las decisiones. Para ello, nos veremos obligados a manejar los datos que nos ofrecen la Arqueología, la Literatura y las Ciencias Históricas. Encontraremos datos y opiniones. Pero muchas descripciones carecen de imágenes y las piezas reales y tangibles escasean.

Para comprender mejor el valor de estos datos, he recurrido a dos tipos de fuentes: las imágenes ingenuas de los primeros constructores, y las palabras de los protagonistas posteriores. Aquéllas nos darán las claves para interpretar su técnica e identificar sus problemas; y éstos, mejor que otros, nos dirán cómo apreciaban el valor de las técnicas que conocieron a través del juicio razonado de sus propias experiencias.

Vamos a fijarnos sólo en dos referencias de la Antigüedad: Egipto y Grecia. En ambas descubrimos el valor tecnológico de sus aportaciones a la construcción naval. Y comenzamos con la información que nos llega en la iconografía de la época.

EGIPTO

Imágenes de «carpintería de ribera» y de sus soluciones técnicas en la construcción naval:

- la tablazón está dentada, como trabada para la cizalla
- el mástil bípode y abatible
- el «tortor» es una contraquilla que sustituye a la quilla
- las herramientas de construcción (Cf. tapiz de Bayeux s.XI)

BIRREMES Y TRIRREMES

Imágenes de las formas y de las soluciones que introdujeron:

- las formas son las ideales: finas, con arrufo
- los remos: la «postiza» (apostis)
- la «hipozoma» o contratortor (Cf. eslora resistente s.XVI)
- el «espolón» aumenta la velocidad

HOMERO

Nuestra segunda fuente de información esta tarde es la literaria. Los primeros datos que encontramos en el «Génesis» dan las medidas del Arca, y poco más. Pero en los dos poemas épicos de Homero hallamos datos más completos y elaborados, que pueden ilustrarnos mejor en nuestro propósito.

Un breve ejercicio de análisis nos permite adivinar cuáles pudieron haber sido las características de las naves griegas que cantó Homero. Aunque Troya fue conquistada el 1183 a.J.C., Homero escribe cuatro siglos más tarde y, naturalmente, describe las naves que se construyen en el s.VIII a. J.C.

ILÍADA

La *Iliada* es una poética letanía de atributos, a cuál más significativo, entre los que se añaden algunos datos de gran valor técnico. Así sabemos cómo eran aquellas naves.

Las naves son, preferentemente, «cóncavas», «como los escudos de cuero de muchas capas reforzados», es decir, su casco aparece hueco y no tienen cubierta.

También son «corvas», «como el arco hecho con las astas de un lascivo buco montés»; es decir: tiene un amplio arrufo, como los caiques y las jábegas.

Y son «negras», por la mucha pez que las cubre por todas partes; aunque tienen las «proas rojas», y las mayores, como «la ingente nave de Odiseo», las «surcadoras del ponto», son «azuladas».

Por otra parte, se trata de naves «ligeras», de «lindas popas», «bien proporcionadas» y «de ligero andar». Son «veleras» y «veloces». Tienen «altas popas» siempre «negras» y «muchos bancos», unas con veinte remeros, otras con cincuenta. Y los remeros «entran en orden» para ocupar sus puestos.

El poeta usa estos epítetos cada vez que relaciona las naves con los personajes. Además, las compara con objetos de uso diario y que aquéllos tienen en gran aprecio: el escudo, el arco, el carro, el caballo. Este recurso a lo cotidiano se repite en las Partidas y seguirá presente hasta la época de la conquista de las Indias.

Aparejan un solo mástil, de álamo o pino, nivelado en vertical con la plomada, que se abate sobre crujía para remar. Pero dos velas, y usan un solo timón, con el mismo mecanismo que los carros.

Los maderos son de encina, y de álamo, y de pino, que sacan del monte con la ayuda de mulos. Luego los labran con la «segur», la misma hacha que usa el matarife para descabellar los bueyes.

Los bancos tiene siete pies de largo (de semimanga, pues la crujía está libre para abatir el mástil)

Algunas popas son más bajas que las proas, pues Héctor pudo coger el coronamiento de una nave desde la playa.

Navegan de día, y al caer la noche levantan las naves sobre la arena de la playa y las apoyan sobre escoras.

ODISEA

Este poema es mucho más rico en imágenes y en datos navales que la Iliada. Muchos de estos datos nos permiten reconstruir, no sólo las naves sino su fabricación y su manejo en la mar.

Horadan la quilla desde dentro para armar las cuadernas, usando un taladro que ayudan a girar con correas de cuero mientras se empuja desde arriba.

El mástil de abeto se iza y se mete en un travesaño; luego se sujeta con obenques y estayes de sogas. La vela es blanca, de lino, y se maneja con correas de cuero retorcidas.

«Izaron el mástil de abeto, lo metieron en el travesaño, lo ataron con sogas, y al instante descogieron la blanca vela con correas bien torcidas. Hinchó el viento la vela y las purpúreas olas resonaban grandemente en torno de la quilla mientras la nave corría siguiendo su rumbo. Así que hubieron atado los aparejos a la veloz nave negra, levantaron cráteras rebosantes de vino e hicieron libaciones a los sempiternos inmortales dioses y especialmente a la hija de Zeus, la de ojos de lechuza. Y la nave continuó su rumbo toda la noche y la siguiente aurora.»

No olvidemos que los primeros «piratas» fueron los «exploradores» de nuevas tierras, muchas veces animados por abrir nuevas rutas de comercio. Así fueron los legendarios Jasón, y Odiseo, y también Piteas:

Néstor: «Forasteros, ¿Quiénes sois? ¿De dónde llegásteis, navegando por húmedos caminos? ¿venís por algún negocio o andáis por el mar a la ventura, como los piratas que divagan, exponiendo su vida y produciendo daño a los hombres de extrañas tierras?».

Las naves son apreciadas como los caballos o los carros:

Penélope: «Ninguna necesidad tenía (mi hijo) de embarcarse en las naves de ligero curso, que sirven a los hombres como caballos ... (o bien carros, «hippoi»)»

Y con los caballos se comparan:

«Del modo que los caballos de una cuadriga se lanzan a correr en un campo, a los golpes del látigo y, galopando ligeros, terminan prontamente la carrera, así se alzaba la popa del navío y dejaba tras sí muy agitadas las olas purpúreas del estruendoso mar. Corría el bajel con un andar seguro e igual, y ni el gavilán, que es el ave más ligera, hubiera contendido con él: así, corriendo con tal rapidez cortaba las olas del mar ...»

Los remos son largos, y se montan en la borda con un estrobo de cuero retorcido. Pero son remos muy manejables.

Las de veinte remos aparejan un solo mástil, pero dos velas.

Antínoo: «Dicho esto, escogió los veinte hombres más esforzados y fuese con ellos a la orilla del mar, donde estaba la velera nave. Primeramente echaron la negra embarcación al mar profundo, después le pusieron el mástil y las velas, luego aparejaron los remos con correas de cuero, haciéndolo como era debido; desplegaron más tarde las blancas velas y sus bravos servidores trajéronles las armas. Anclaron la nave, después de levantarla adentro del mar; saltaron a tierra y se pusieron a comer, aguardando que viniese la tarde.»

La diosa ayuda a Odiseo para construir su balsa, con muchas ataduras pero también clavada, al modo del fondo de un barco de carga:

Calipso: «Dióle una gran segur que pudiera manejar, de bronce, aguda en entrambas partes, con un hermoso astil de olivo bien ajustado; entrególe después una azuela muy pulimentada, y le llevó a un extremo de la isla donde habían crecido altos árboles - chopos, álamos y el abeto que sube hasta el cielo -, todos los cuales estaban secos desde antiguo y eran muy duros y a propósito para mantenerse a flote sobre las aguas. Y tan presto como le hubo enseñado dónde habían crecido aquellos grandes árboles, Calipso, la divina entre las diosas, volvió a su morada, y él se puso a cortar troncos y no tardó en dar fin a su trabajo. Derribó veinte, que desbastó con el bronce, pulió con habilidad y enderezó por medio de un nivel. Calipso, la divina entre las diosas, trájole unos barrenos con los cuales taladró el héroe todas las piezas, que unió luego, sujetándolas con clavos y clavijas. Cuan ancho es el redondeado fondo de un buen navío de carga, que hábil artífice construyera, tan grande hizo Odiseo la balsa. Labró después la cubierta, adaptándola a espesas vigas y dándole como remate con un piso de largos tablones, puso en el centro un mástil con su correspondiente entena y fabricó un timón para regir la balsa. A ésta la protegió por todas partes con mimbres entretejidos que fuesen reparo de las olas, y la lastró con abundante madera. Mientras tanto, Calipso, la divina, trájole lienzo para las velas, y Odiseo las construyó con gran habilidad. Y atando en la balsa cuerdas, maromas y bolinas, echólo por medio de unos paralelos al mar divino.»

Los buenos remos se afilaban para mejor bogar:

Nausica: «... y aguzan los remos, pues los feacios no se cuidan de arcos ni de aljabas, sino de mástiles y de remos de navíos bien proporcionados con los cuales atraviesan alegres el espumoso mar ...»

Los feacios, en sus pentecóntoras, no usaban el timón:

Alcínoo: «... los feacios son expertos sobre todos los hombres en conducir una velera nave por el ponto ...»

Tú mismo apreciarás cuán excelentes son mis naves y cuán hábiles los jóvenes en batir el mar con los remos ...

... entre los feacios no hay pilotos, ni sus naves están provistas de timones como los restantes barcos, sino que ya saben ellas los pensamientos y el querer de los hombres ...»

Se establece una diferencia entre naves de transporte (20 remos) y las de los feacios (de 50). También se distinguen por el color de su proa: rojas las más, azul la de Odiseo, de alta mar.

Circe: «Por allí jamás pasó embarcación cuyos marineros pudieran gloriarse de haber escapado indemnes, pues Escila les arrebató con sus cabezas sendos hombres de la nave de azulada proa ...»

Son tan ligeras que un solo hombre podía echarlas al agua con la ayuda de una palanca o botador.

Odiseo: «pero yo, asiendo con ambas manos un larguísimo botador, echéla al mar y ordené a mis compañeros que apretaran con los remos ...»

Esa ligereza las hace veloces bajo la acción de los remos:

«A este sitio, que ya conocían, fueron a llegarse, y la embarcación andaba velozmente y varó en la playa, saliendo del agua hasta la mitad. ¡Tales eran los remeros por cuyas naves era conducida! ...»

Para Homero, se trata de naves «bellísimas» y «hermosísimas», como sin duda lo eran, como se han retratado en los vasos griegos.

LIBRO DEL CONSULADO

Nuestros primeros textos legales de la cosa marítima tienen la frescura del idioma naciente y reflejan la ingenuidad del planteamiento naval del Mediterráneo medieval.

Así, el *Libro del Consulado* recoge reglas que pertenecen a textos que fueron promulgados a partir del año 1075 y sucesivamente adoptados por todos los países ribereños del Mediterráneo, hasta llegar al rey Jaime (1270).

Seleccionamos algunas de ellas:

«XLVII. Cuando el patrón vaya a empezar la construcción de una nave y quiera hacer partes en la empresa, debe declarar y poner en conocimiento de los partícipes el número de partes que hará, el porte de la nave, cuánto tendrá de plan, cuánto de puntal, cuánto de manga y cuánto de quilla.»

La nave quedaba definida por sus dimensiones principales, como va a serlo hasta finales del XVI. Lo cual parece indicarnos que su forma era conocida, o menos importante, y no se variaba.

Y esto ocurría con naves cuyo tamaño podía, ya entonces, llegar a ser considerable:

«CCCIV. Toda nave de cien marineros, armada en corso, debe llevar dieciséis naocheros y veinticuatro proeles, siempre que vayan a bordo mil hombres. Si van quinientos, debe llevar doce naocheros; y ocho, si van doscientos cincuenta hombres.»

A pesar de su simpleza, se trata de una primera regla de dotación de las que luego serán más elaboradas en las Ordenanzas del XVII.

También los tipos eran muy diversos, como recoge la regla XXXV del Rey Don Pedro (1340):

«naves, cocas, navíos, galeras, taridas, leños, barcas»

y hay que suponer que cada tipo de nave tenía una arquitectura diferente de los demás.

La regla XLVII nos permite confiar en la veracidad de los hechos y los datos que, recogidos en la navegación, han llegado hasta nosotros, entre los que podemos incluir la ingente documentación de Indias:

«... el escribano ... tendrá a su cargo el cartulario ... y no hará constar en él sino la verdad y lo que oiga a cada una de las partes ... y si anota en él lo que no debe, perderá la mano derecha, se le marcará la frente con un hierro candente y se le desposeerá de todos sus bienes, tanto si lo escribió él como si otro lo hubiera escrito.»

PARTIDAS

La Segunda Partida de Alfonso X (1270) recoge lo que pertenece a la guerra en la mar y al modo de hacerla.

La Ley VII trata de «Cuáles son mejores navíos para guerrear, y de cómo deben ser aparejados»:

«Navíos para andar sobre mar, son de muchas guisas. Y por ende pusieron a cada uno de aquéllos su nombre según la fación, en que es hecho ... Y por ende, estos navíos, quien los quisiere haber, para hacer con ellos guerra, debe catar tres cosas:

La primera, que cuando los mandare hacer que sea la madera cogida para ellos en sazón que debe, y no se dañe además.

La segunda, que sean hechos de buena forma, y fuertes, y ligeros, según conviene a lo que han de hazer.

La tercera que hayan sus aparejos, a que llaman xarcia, y son éstos árboles, y entenas, y velas, y timones, y espadas, y áncoras, y cuerdas, de muchas maneras. Y todas, y cada una de ellas, ha su nombre, según el oficio que hacen.»

Es una lista breve, pero precisa, de los fundamentos de la construcción naval orientada a la misión del barco.

Y en la ley.VIII, que recoge «En qué manera pusieron los antiguos semejantes a los navíos de los caballos», vuelve el símil que ya vimos en Homero y lo desarrolla hasta el extremo, con la misma ingenuidad:

«Cabalgaduras son los navíos a los que van sobre mar, así como los caballos a los que andan por tierra.

Pues bien, así como aquel caballo que es luengo y delgado, y bien hecho, es ligero y corredor, más que el grueso y redondo, otrosí el navío que es hecho de esta manera es más corriente que el otro.

Y de los remos hicieron semejantes a las piernas, y a los pies de los caballos, que han de ser luengos y derechos. Y esta es cosa que conviene mucho otrosí a los remos de los navíos. Pues bien, así como el caballo no se podría mover sin ellos, otrosí el navío no se movería sin los remos, cuando el viento falleciese.

Y la silla asemejaron al entablamiento, do van asentados los remadores, que no deuen ser más pesados de la una parte que de la otra, porque vaya el navío igual.

Otrosí pusieron la vela, por semejanza de las espuelas. Otrosí el navío, aunque haya buenos remos, no puede ir tanto como ellos querrian, como cuando hiera el viento en la vela, y le haze ir por fuerza. Y la espadilla, hicieron semejanza al freno del caballo, porque así como no se puede mover a diestro ni a siniestro sin él, así el navío no se puede enderezar ni revolver sin ésta contra la parte que le quiere llevar.

Y sin esto, las cuerdas que son para tirar el navío, son así como el cabestro y las falquias con que atan el caballo.

Y sin todo esto, así como no le pueden hacer estar quedo sin sueltas, en esa misma manera, fueron sacadas las anclas, para hacer estar quedo el navío ...»

El S. XVI

La comunicación con las Indias provoca la necesidad de dominar el Arte de Navegar con nuevas dimensiones. En este empeño la contribución española a la Ciencia es única. Bástenos citar aquí:

- el *Regimiento*, de Fernández de Enciso (1519)
- el *Tratado de la Esfera y del Arte de Marear*, del portugués Francisco Falero (1535), afecto a Magallanes
- los *Quatru Partitu en Cosmografía Práctica o Espejo de Navegantes*, de Alonso de Chaves (1535)
- el *Arte de Navegar*, de Pedro de Medina (1545)
- la *Suma de Geografía que trata ... del Arte de Navegar*, de Fernández de Enciso (1546)
- el *Breve Compendio de la Sphera y de la Arte de Navegar*, de Martín Cortés (1551)
- el *Regimiento de Navegación*, de Pedro de Medina (1552)

A. CHAVES

En su *Espejo de Navegantes* incluye Alonso de Chaves el primer tratado hispano de construcción naval, y su primer vocabulario razonado, que aplica a una nao, típica entonces, de la carrera de las Indias. Entonces, cuando Carlos V conquista Túnez, y Cortés y Pizarro han acabado sus conquistas, los tipos de naves españolas muestran una gran diversidad:

«Unos son mancos y pesados: los copatenes, esquifes, bateles, barcos, barcas, chalupas, tafurcas, gabarras, pataxes, pinazas, carabelas, navíos, naos, urcas, galeones, carracones y carracas.»

«Otros, sutiles o ligeros: las zabras, bergantines, galeotas, esquiracas, fustas, galeras, galeras bastardas y galezas.»

Es de suponer que cada tipo de embarcación estuviera adaptado a un uso específico, en el que sus problemas estarían empíricamente resueltos. Sin embargo, los problemas de adaptación a las nuevas aguas ya han empezado a plantearse. Y al que fuera Piloto Mayor de la Casa de Contratación sevillana le preocupan las partes de la nao, su función y el uso de la nao en la lucha de abordaje.

Con estilo renacentista, sencillo aunque no exento de razones, describe la nao como:

«... compuesta de materia y de forma, así como es otra cualquier cosa. Y la materia suya se entiende la madera y clavazón y las jarcias, velas y estopa y brea, con todas las otras cosas de que es compuesta. Y la forma es la hechura y talle que los hombres le quisieron dar; siendo enseñados por la necesidad le buscaron y dieron tal forma para seguridad y remedio del peligro, lo cual pudo ser que por experiencia hallaron esta forma ser la más cómoda ...»

Estas palabras evidencian el sentido práctico del autor y explican con ingenuidad la diferencia entre lo deseable y lo posible en la construcción naval.

STOLONOMIE

Quince años más tarde (1550), un marsellés dedica a Henri II de Francia la *Stolonomie*, o el modo de multiplicar, como la fresa por estolones, las galeras reales de su armada. Pero, al contrario que en la obra de A.Chaves, en ésta no podemos encontrar más datos que los descriptivos de la fábrica de galeras; lo que no impidió que un siglo después mereciera el aprecio de los Colbert, que la mantuvieron en su biblioteca. Y la misma redacción se reproduce en el *Manual de Construcción de Galeras* de 1691.

P. MEDINA

Sin embargo, todavía en 1563 Pedro de Medina escribe al Emperador el motivo esencial de su «Regimiento» con estas palabras:

«... Así en perder V.M. mucha parte de su oro y riquezas que de las Indias venía, como muchas personas perder su vida y haciendas, y considerando yo cuál grande es el número de gentes que por mar navegan y que en las cosas humanas ninguna es más terrible ni más peligrosa que aventurar el hombre su vida en un flaco madero ... todo esto es por mí considerado tome gran voluntad de escribr de Navegación ...»

donde el Arte de Construir la Nave es ignorada en favor del Arte de Navegar, como remedio de los males que se experimentaban.

OLIVEIRA

En Portugal, el P. Fernando de Oliveira escribe en latín la *Ars Nautica* (1570) y la completa con la *Fabrica das Naos*. Maneja conceptos de las formas en relación con la resistencia al avance de la nave. Justifica que la carena sea más ancha en la proa:

«porque la proa un tanto estrecha no divide suficientemente las aguas, ni abre camino sin que el buque, que viene después, sea comprimi-

do; porque siendo comprimido, impide el andar y la velocidad (...) pues en la Naturaleza (...) las cabezas de los peces son, en general más gruesas que las colas, y los pechos de las aves más gruesos que la parte de atrás»

Incluye los planos de formas del diametral y de todas las secciones abatidas al modo que luego se haría habitual. Y explica el progreso en la construcción naval por la experiencia razonada y no por la ciencia transmitida:

«en naciones distantes y separadas a las cuales no les llegó en ningún modo noticia de los inventos egipcios y fenicios (...) Y así las artes más ventajosas y primeras en el tiempo se practican en diferentes regiones y son introducidas en la medida en que los hombres honrados se empeñan en atacar las costumbres rudas y manifiestan y esparcen las ideas prácticas que les nacen del espíritu (...) Después, en varias épocas y lugares, de acuerdo con la extensión, naturaleza y posición del mar, eran varias las formas de los navíos y más hábil el uso de la navegación.»

ESCALANTE

En 1575 escribe Escalante de Mendoza sus ideas sobre arquitectura naval en un *Itinerario de Navegación*, después de muchos viajes y singladuras en las que anota cuanto observa:

«En cuyo discurso de todas las dichas navegaciones que hice, ... fui desde el principio aplicando a ello muy particular y específico estudio y especulación para saber y entender y comprobar por arte lo que por experiencia en ello iba especulando y entendiendo, lo cual fui siempre escribiendo en suma y recomendando a la memoria para lo escribir más extenso ...»

Es un ejercicio de análisis empírico de una realidad que encuentra suficientemente compleja, y digna por tanto de que la resuelva un «arquitecto».

Y explica luego en qué orden y medida se hacen las naos:

«Para hacer, señor, una nao bien proporcionada, de buenas mañas y gobierno, y buena de vela, y de mar en través y de buen barlovento, y que tenga todas las otras buenas partes que convienen para bien navegar, desde el punto que la quilla se pone en el astillero, el dueño, maestro y carpintero que la hiciese han de tener sabido y determinado el porte y grandor de que la han de hacer, sin que falta cuasi nada; porque todos los palos y maderos que en ella se fueren poniendo han de ir por su cuenta y razón, sin que cosa alguna le falte como el buen arquitecto que va fabricando un muy costoso edificio que por cualquier cosa que le falte de su geometría quedará falso y peligroso, y la misma cuenta y geometría conviene en su tanto que se tenga en la buena fábrica de una nao para que no salga desproporcionada y con alguna mala maña como muchas suelen salir.»

Como vemos, todavía en estos años, todo el mérito del arquitecto se reduce a conseguir una geometría adecuada para su obra.

G. PALACIO

En su *Instrucción Náutica* (México, 1587), el Doctor Diego García de Palacio esboza los principios de la Arquitectura Naval, cuando pone en boca del Vizcaíno:

«Que no está la arte de la nao en solo ser carpintero de ribera, que muchos lo entienden: sino en buen ingenio y traza, y en saber que es la causa cuando no gobierna bien: y si no sustenta vela, si anda poco, si peneja: cuando cabecea mucho, si teme la mar, si lanza en popa o al cuartel o al través: si no quiere arribar o no ir de lóo con poca o mucha vela, y otras mañas que la experiencia enseña, para que sabiéndolas, y la ocasión de donde proceden, se haga y pida la nao perfecta, y bien acabada.»

Y añade una idea que otros autores elaborarán dos siglos más tarde y que todavía hoy consideramos oportuna:

«Y así sería yo de parecer que no se consintiese hacer naos a maestro que no fuese buen marinero: porque siéndolo conoce los efectos del navío, por las causas que la experiencia ha mostrado: y el que no

lo es obra a lo más ordinario a poco más o menos, y así hacen las naos, y bajeles, que antes llevan los hombres al matadero, que a puerto seguro.»

La diversidad de usos y rutas produce la fábrica de navíos con soluciones distintas:

«... y aunque en el fabricar las naos no hay cierta cuenta para algunos que las piden a su modo, y para navegaciones diferentes, queriendo más plan, más o menos de quilla, o manga, según su gusto, o la necesidad, o partes por donde la han menester: pero yo he dicho lo que me parece, el que fuere mejor marinero eligirá lo que le diere más contento: aunque seguro que una de las cosas más necesarias que las naos han de tener (como de lo dicho se infiere) es gobierno, costado, y delgados, para bolinear...»

Enumera los parámetros y las restricciones de la buena nao y distingue la nao mercante de la de guerra, para la que dicta medidas diferentes y propone un modo de combate al abordaje que difiere poco del que recogiera Alonso de Chaves cincuenta años atrás.

JUNTAS DE 1581

Las Juntas de Santander y de Sevilla convocadas por Felipe II para determinar los mejores galeones para España constituyeron el primer Congreso de Arquitectura Naval del que tenemos noticia.

Diego Flores de Valdés busca unos galeones «mejores y más veleiros», para los que fija unas medidas y un porte, y demanda que «sean navíos alegres y levantados de cabezas, porque, como han de ser navíos largos, no quiebren tan presto del medio.»

Y que, «para la fábrica de estos navíos conviene que asista persona que sea marinero y que entienda la fábrica dellos, para que vayan bien obrados y para que, si algunos de los navíos saliere algo desproporcionado, sepa enmendar las medidas si fuere necesario.»

Pero el Rey Felipe, quiere que «tengan más fortaleza y duren y se conserven más».

Desde Sevilla, Pedro de Sarmiento aporta su experiencia de navegante y opina que

«para sufrir vela y ser buena de mar en través debe ser de gran cuartel, abierta en la amura, y de gran costado; y si metieren contracostado son mejores de sustén, aunque esto estorba algo para bolinear, y que vayan cerrando de arriba landados del costado. Este modo de navío es fuerte, sufre mucha vela sin perder a la banda, sufren mucho peso de artillería, y es seguro de mar al través, que es el mayor peligro que en las tormentas se pasa ...»

«Y para que el navío sea velero conviene tenga algunos delgados, no tanto como los del mar del Sur, porque son tormentosos en mar gruesa, ... escotando del árbol mayor a popa, que tenga forma de echado, para que no tenga que arrostrar la vela ...»

«Débese evitar que el navío sea corto, antes peque de largo, para que no trabaje ni cae, y son más veleros, y para esto no han de ser muy anchos, antes muy recogidos de arriba Porque «... los navíos anchos y de poco puntal no pueden ser muy veleros sino navegando a popa, o con viento largo y fresco, y con demasiada vela, pero a la bolina van poco delante, y decaen mucho, porque cortan poco viento y mar...»

Cristóbal de Barros resume las conclusiones en Santander:

Los galeones «han de ser fabricados con mucha fortaleza, ... han de ser veleros, ... han de ser anchos ... y tener poco puntal»

Y añade:

«Estos presupuestos he hecho por ser la fábrica y traza de estos navíos nunca vista en esta costa ...»

No cabe duda de que estamos ante un verdadero Simposio de la Arquitectura Naval, donde las decisiones se toman, no sólo por la valía de los que opinan sino por las razones que aducen.

Sólo faltaron formulaciones matemáticas y menciones a las ciencias físicas.

Decidir las formas y las dimensiones lleva seis meses, y otros seis se consumen en elegir los constructores y el método para hacerlos. Porque el Rey Prudente quiere « que la fábrica sea la mejor y de más fuerza y bondad que fuere posible ...»

Y todavía continúan las discusiones sobre maderos y piezas otros seis meses. El resultado lo conocemos: fueron los nueve Galeones de la escuadra de Castilla que volvieron salvos de Inglaterra.

T. CANO

Han transcurrido más de cincuenta años desde el *Regimiento de P.deMedina*. El isleño Tomé Cano defiende que el *Arte para Fabricar, Fortificar y Aparejar Naos, de Guerra y Merchante*, y no sólo la pericia del piloto, son el fundamento del buen resultado de las empresas navales españolas. Le dedica su obra a Diego Brochero en 1609 y la imprime en Sevilla en 1611.

Se trata de uno de los primeros casos en que un marino experimentado describe con tanto detalle sus conocimientos.

Desarrolla las ideas que expuso el Doctor García de Palacio en su libro, que es más que probable que leyera con motivo de algún viaje a Nueva España. Así, después de 53 años de navegación y 29 viajes a Indias, declara:

«... que el (conocimiento del uso y ciencia) de las cosas marítimas y su arte es de tanta delicadeza, excelencia y maravilla, que cuando los Reyes, los príncipes, los grandes señores, capitanes y soldados como lo es V.S. y los muy doctos y científicos la llegan a conocer y experimentar, aman su especulación, su ciencia y las partes con que se discurre por los anchísimos mares, y lo estiman y lo tienen todo con admiración de la policía y sutileza que está y se encierra debajo de la corteza, rusticidad y pocas palabras con que los marineros lo manejan y practican, discurriendo por todas las partes del mundo con tanta certeza y conocimiento de él.»

Esta exposición de motivos es una verdadera Introducción a la Arquitectura Naval, donde marca la necesidad de la experiencia y añade la observación, como bases del método científico, ambas imprescindibles para hacer un buen proyecto naval:

«Los grandes y muchos inconvenientes de la mala, tardía y pesada navegación, con la pérdida de infinita hacienda y vida de hombres, que sucede y resulta, lector amigo, de no ser hechos ni fabricados

los navíos con el debido cuidado, orden, trabazón, fortaleza, cuenta, regla y medida que es necesaria y conveniente, ha levantado mi ánimo a inquirir y procurar el remedio que en esto puede haber, conforme a la facultad de los hombres y sus humanas fuerzas. Y así, por el cuidado e inteligencia que en ello he puesto, advirtiendo las mañas, considerando los siniestros y mirando las faltas de las naos que dependen y se causan de ser mal fabricadas, según la experiencia adquirida en el largo tiempo, muchos viajes y varias navegaciones que he hecho, hice memoria y puse en escrito y por relación lo más que en ello he experimentado y he podido alcanzar.»

Y más adelante expone que:

«Viniendo a ser una nao cuando bien y del todo acabada, cargada y artillada, navegable y puesta a la vela, con ellas tendidas y estiradas del viento fresco y galerno, en tranquilo y pacífico mar, una de las admirables y particulares cosas, que hay que ver en el mundo, o muchas juntas en una.»

En una clara definición de la complejidad y la belleza como componentes de la Arquitectura, a la que sin embargo no menciona, sino que, al gusto de la época, prefiere el eterno símil femenino:

«No habiendo otra más semejante y parecida a una dama bizarra, galana, de gentil talle y gracia, que lo es una nao ...»

Los defectos que observa los reduce a razones que hubieran cabido en la Teoría del Buque y el Comportamiento en la Mar:

«... por ser hechas y fabricadas sin aquella cuenta y medida que les pertenece, ... de lo cual nace que muchas salgan mal formadas y mal proporcionadas, más gruesas y angostas de popa o proa de lo que conviene; más altas o bajas de puntal de lo necesario; más cortas o largas de quilla de lo importante; más cerradas o abiertas de manga de lo conveniente; y con más o menos plan de lo que han menester. Con que unas vienen a ser malas de mar en través; otras malas de sostén de vela y de gobierno; otras a demandar mucha agua, en que se corre tanto riesgo y peligro al entrar por las barras de los puertos, al pasar por los bajos de los ríos y al correr por los de la mar; otras a cabecear mucho y ser malas de mar por proa, y otras malas de mar al anca; y tener otras semejantes faltas bien experimentadas de los marineros.»

Relaciones éstas de causas a efectos que detalla luego para sugerir las medidas más adecuadas, así como otras luego, relativas a la fortaleza de los maderos, los árboles y las vergas.

Esta obra merece, sin duda, un estudio más completo y sosegado, para descubrir sus méritos a la luz de la Arquitectura Naval, y utilizando comó referencia las reglas de las primeras Ordenanzas.

Como tantos otros autores españoles, se adelanta en un siglo a otros tratadistas extranjeros, utilizando ideas, conceptos y técnicas de la Arquitectura Naval, todo lo cual fija con su «cuenta y razón», aunque sin el concurso de fórmulas ni relación con la Matemática ni la Mecánica, a las que ni menciona.

LAVANHA

Hemos visto cómo el conocimiento de la complejidad del proyecto del buen navío se ha ido sedimentando con las extensas experiencias de las navegaciones ibéricas a sus respectivas Indias.

Contemporánea de las últimas aportaciones que hemos citado es el manuscrito del P.João Baptista Lavanha, quien fuera preceptor de Felipe III.

El autor del *Livro Primeiro da Architectura Naval*, que por razones de oportunidad permaneció inédito, es el primero que aborda, de una manera racional y sistemática, el significado y el objeto de la Arquitectura Naval.

La define, junto con la Militar y la Civil, como una rama de la Arquitectura Universal

«que enseña con reglas ciertas fabricar Navíos, en los cuales se pueda navegar bien y con comodidad»

Para Lavanha, la Arquitectura consta de seis partes (¡ver luego Sutherland!): ordenación, disposición, correspondencia, ornato, decoro y distribución.

El Arquitecto Naval de Lavanha necesita una preparación científica que lo distingue de los simples maestros de carpintería

«fabricantes de navíos», que aprenden la «práctica grosera de sus maestros, que de otros menos suficientes que ellos la supieran»
 «Debe ser muy versado en aritmética, geometría y mecánica, tener también nociones de astronomía y ser buen dibujante, y conocer lenguas para estar a la par del progreso de su profesión»

y

«tener el conocimiento de las letras humanas, para manifestar con Arte sus conceptos y perpetuarse en la memoria de los hombres con sus escritos»

Cuatro siglos después, no cabe mejor exposición del programa esencial de estudios para un Arquitecto Naval de hoy día.

DIALOGOS

Son los *Diálogos de un Vizcaíno y un Montañés* sobre la Construcción Naval Española uno de los documentos técnicos históricos que más aprecio. Lo sitúo entre 1630 y 1633 y tiene el gran valor, por otra parte único en la referencia española, de una crítica constructiva a las Reales Ordenanzas de 1618, como sabemos, vigentes durante más de un siglo.

Constituyen un tratadito de Arquitectura Naval razonada, por cuanto explican, a la manera didáctica y al uso de los diálogos renacentistas, cuáles son los fallos, y sugieren cuáles deben ser los remedios de ellos.

Aunque anónimo todavía, hasta que un serio estudio pueda identificarlo, no debe descartarse la valía profesional, sin duda conocida y hasta señera entonces, de su autor.

Con tres siglos de por medio, me atrevería a comparar su estilo con el que leemos en la Hidrodinámica de Saunders: Toca todos los aspectos del proyecto del galeón que lo hacen bueno o malo en la mar. Es decir, establece un análisis como modelo del proyecto de aquellas construcciones, entonces las mayores a flote.

Por lo que ilustran nuestro empeño de hoy de indagar en el origen de nuestra Arquitectura Naval, no me resisto a citar algunas respuestas del Montañés, en las que se refiere a un galeón de 22 codos de manga, apto para Capitana y Almiranta:

(de los últimos cambios)

«... en nuestra España fabricaban antiguamente cada uno a su moda con solas las medidas que el Dueño queria, con que hacian los navios cortos de Quilla; por esta causa cabezeaban mucho, poco plan, y mucho puntal con que pescaban mucha Agua, y en las entradas, y salidas de Puertos de Varras de poco aguaje se perdian en notable daño de sus dueños, y de los que en ellos cargaban sus mercaderias, para remedio de lo qual Dn Diego Brochero de Amaya (...) tomó la mano en representar estos inconvenientes, y daños a S.M. Dn Felipe 3º (...) quien mandó juntar el año de 609 algunas personas practicas de experiencias en las cosas de la Mar, y Fabrica, y habiendo discurrido sobre ellas, y advertido el daño tan grande que se seguía en nuestros naturales de hacer sus navios sin quenta ni razon, sino a ojo como cada uno queria, resolvieron, y ajustaron el año de 611 unas medidas u Ordenanzas para Fabricar navios de 400 toneladas hasta 1200, y habiéndose ya fabricado algunos por ellas la experiencia mostró estar defectuoso, por haverle dado mucha quilla y poca manga, como parece por dhas Ordenanzas, y bolviendose a juntar el año de 613 las mismas personas, y otras que mandaron llamar se trató de remediar este daño, y bolviendose a hacer otras medidas, y ordenanzas en que acortaron un poco del largo que se dió a las primeras, y añadió a la manga, y de estas medidas se bolvieron a fabricar otros navios que sirbieron en la Armada, y por ser todabia faltos de manga se condenaron las unas, y las otras, y el año de 618 se ajustaron otras, y promulgaron en Madrid dicho año, por las quales se han fabricado muchos galeones (...) que provaron, y sirbieron mucho a satisfacion de S.M. y de sus Ministros, si bien con algunas imperfecciones muy dañosas, y perjudicias al rl. servicio, ...»

(de la quilla)

«Es así que las ordenes de S.M. no dan de quilla mas que dos mangas y media, pero la experiencia nos ha mostrado que todo navio

largo de quilla es mas descansadoo que el corto porque cabecea menos contra la mar, y corre mas a la vela, y por esta causa dura mas, y los Arboles estan mas seguros y los aparejos trabajan menos.»

(del plan)

«El plan del Galeon es muy necesario que sea anchuroso, porque es cimientio sobre que cayga toda la maquina del; (...) con que pescarán menos agua, y seran mas lijeros, y con la carga no se meta con tanta facilidad, y la Artilleria le quedará mas alta, y superior para servirse de ella en todo acontecimiento.»

(del puntal)

«Asi es, que las ordenes de S.M. no permiten de Puntal, mas que la mitad de la manga, (...) y todos los Galeones que se han fabricado por las ordenes, se han hallado imposibilitados de poderse servir de la Artilleria de la primera cubierta, pues estan las portas muy cerca del agua, y asi las cierran, y pasan la Artilleria á la puente, que son 3 codos y 1/2 mas arriba, el daño, y perjuicio que de esto resulta al real servicio y al Galeon todos lo conocen, y nadie ha tratado de su remedio, ...»

(del yugo)

«Al yugo de este Galeon le tocan 11 codos, que es la mitad de la Manga; opiniones hay que ha de tener algo mas, porque quando cabecea el Galeon halle en que escorar, y yo soy de contrario parecer en lo general porque es bastante el ancho que se le da, y si tubiera mas fuera defecto, porque engrosará la popa por vajo en proporcion de la de arriba, y todo para estorbar que no camine a la vela este Galeon que puede servir de Capitana real, y se podrá añadir 1 codo mas porque las cámaras quedasen mas anchurosas, y desembarazadas, y en la Almiranta Real podra militar lo mismo, por la mucha obstentacion de camaradas que lleba el General, y Almirante pero en los otros dos Galeones ordinarios no me parece ser conveniente antes perjudicial, que como quedan bastantemente largos los que se fabricaren por estas medidas no cabezearán, y asi no será necesario añadirle nada en el Yugo;...»

(del rasel de popa)

«Por cierto que con justa causa se admira Vm de que un Galeon tan grande camine con tanta velocidad, solo un hombre con un instrumento tan pequeño como es el timon le haga volver de una parte á otra con tanta facilidad y todo procedido del Rasel mediante el qual pasa el agua con tanta furia el timon que hace volver el Galeon á la parte que quiere el que lo gobierna y asi quanto mayor fuere este rasel, tanta mas agua pasará al timon con que gobernará mejor, pero en España no saben hacer los raseles como debian, pues los asientan angostos y entablados que no se pueden fortificar por dentro, y asi en quedando en seco se descaliman por alli; conviene que este rasel sea ancho, y abierto al modo del que tienen las Carabelas, y Navios flamencos, que los tales dan lugar á que se fortifiquen con bularcamas por dentro, enpernandolas con las tablas, maderos, y palmejares con que fortifican las Juntas de las Maderas, que en aquella parte se ponen y sobre este rasel se hace un tablado, encima del qual vá el Pañol del Vizcocho, y debajo la polvora, ...»

(el rasel de proa)

«Es asi que las ordenes disponen que el rasel de Proa sea la mitad que el de Popa, siendo la cosa mas perjudicial que hace en los navios, pues mediante el mucho rasel se proa se meten tanto á orza, que quedando (¿quando?) es necesario arribar, no lo pueden hacer sin mucha dificultad, que es causa se le añada al timon, y haga mayor la vela de proa de lo que le toca conforme a su porte, y si hay maretta es necesario largar la zebadera con que están sugetos á desarbolarse o suceder otros inconvenientes y obliga á los tales navios a que lleben los Arboles mayores en candela, porque no haga de Ló, y los trinquetes sobre Proa, para que arriben, todos en detrimento de ellos y de los tales navios y como meten tanto de Ló es necesario llevar cerrado el timon á la vanda, que estorba mucho al andar, y asi conviene que no tenga mas de la quarta parte del tercio de la manga, y si tubiere necesidad de mas rasel se le añadira con echar el Arbol mayor sobre Popa, con que meterá a orza quanto quisieren, y siendo necesario arribar, lo hará con mucha facilidad, y caminarán mas; los

navios extranjeros no tienen ningun rassel á proa, sino solo las rodas obran que son anchurosas con lo qual, traer el Arbol mayor sobre popa caydo, meten á orza lo necesario, y con facilidad arriban, y salen á barlovento lo que quieren; El timon ha de ser tan largo como el codaste, y un codo mas en que entra la caña, para gobernarlle ha de tener de ancho por la parte de abajo tantos dozabos de codo como codos tiene la manga, (...) y ha de ser de grueso este timon por la parte de proa, como el codaste, y dos dozabos mas, para que quando fuere á la vanda, tenga madera por la parte de barlovento en que haga preso la Agua en el, y por la parte de Popa tendrá de grueso dos veces y media mas que por la parte de Proa, con que le quedarán muchas Aguas, y gobernará mejor, ...»

(la astilla muerta)

«Son muchos y buenos los efectos que hace (la astilla muerta) en qualquier Navio: la primera repara mucho á que no valanceen tanto; la segunda salen mas á barlovento; la tercera camina mas, y en sustancia es la mejor invencion que se ha inventado, y porque las maderas de que se ha de formar no se hallaran en todas partes con los codillos que requieren me parecio advertir en las medidas del primer Galeon de este tratado, que se forme de dos quillas, como en aquel Capitulo se declara, con que quedará con toda la que se le quiere dar, y muy fuerte; ...»

(amura)

«Es así que lo ordinario es en nuestras fabricas, no dar mas amura que manga, pero la experiencia ha monstrado, que deve tener algo mas de amura que de manga, porque la primera parte del navio que encuentra la mar, es la amura, y sino es mas anchurosa que la manga, se espeta por la mar, cabecea mucha, y pierde en andar; reparanse todos estos daños con que la Amura sea mas anchurosa donde quebra la primera furia, y vá el navioo seguido sin cavezear cosa considerable, y se escurre con presteza, con que caminará mucho mediante el ir seguido, y desde la Amura á Proa no ha de ir cerrando de golpe,

como lo hacen los Galeones fabricados en Vizcaya, sino poco á poco, con que quedará llena la proa, como lo declara el Capitulo de las medidas que trata de este genero; ...»

«Ymportante cosa es que los navios no se hagan muy llenos del Arbol mayor a Popa, y los fieles de la popa redonda sean sutiles, porque no tengan que arrastrar, y no haya recelo de que se meterá mucho de aquella parte quando caveceare, porque el granel largo que se les dá repara este daño, y mas dandoles el Rasel lleno, como se deve en el capitulo que trata de los fieles de Popa; ...»

Sin duda, en estos Diálogos podemos encontrar el germen de una incipiente arquitectura naval: formas, proorciones, disposición general, resistencia estructural y comportamiento en la mar.

A. DEANE

La *Doctrine of Naval Architecture* de 1670 recoge las lecciones de arquitectura naval que Anthony Deane le diera a Samuel Pepys siete años antes. Aparece cuando el *Compleat Shipwright* de Edward Bushnell lleva tres ediciones.

Preocupa a ambos que sólo se transmita a los aprendices la técnica de la carpintería de ribera y que los métodos de proyecto permanezcan como arcanos de unos pocos. Pero en estos trabajos no se ocupan del comportamiento de los navíos y se quedan en la geometría del trazado y en el cálculo del desplazamiento y del calado, que no es poco.

Todavía se entiende la Arquitectura Naval como la solución de la geometría completa del casco, de roda a codaste, en la que se procura el uso de la trigonometría. Era éste un problema que planteaba el uso del método del «gálibo único» o «whole moulding» del que ya se ocupara en 1625 el autor del *A Treatise of Shipbuilding*, y que no sería resuelto en España hasta Gaztañeta, en 1712.

ECHEVERRI

En un *Discurso sobre la Construcción Naval comparada* escrito en 1673 encontramos muchos elementos de los que buscamos en la nueva Arquitectura Naval. Se le atribuye al general don Jacinto Antonio de Echeverri, quien lo escribiera el mismo año que el P.Pardis su obra de *Estática*, es decir, tres años antes que el Señor de Dassié su *Arquitectura Naval*.

En un ejercicio de la razón filosófica y de ingeniería, en la línea del que hicieran los constructores navales españoles un siglo antes, desarrolla los elementos que deben definir la Arquitectura Naval. Compara las formas y las proporciones de las Ordenanzas de 1611 y 1613 a la luz del comportamiento en la mar de los navíos, y discute los árboles y las velas en relación con el buque como sujeto único y complejo del problema.

Para Echeverri, la Ciencia Matemática es,

«reputada por más verdadera que las otras humanas, porque las doctrinas que las demás prueban con la fuerza de la razón, verifica ésta con la infalibilidad de la demostración». «Pero no priva esta prerrogativa de la matemática a las demás disciplinas que, ayudándose de ella y de las demás ciencias, pueden llegar al conocimiento de su mayor perfección ...»

Establece una dependencia entre la doctrina que se busca y la experiencia, cuando afirma que:

«Arte es la práctica de la Navegación que, sirviéndose de los más escogido de la contemplación de la filosofía activa y operativa, se granjea el más noble lugar de las humanas»,

y añade:

« divídese en diversas partes, que comenzando por la arquitectura del vaso náutico, pasa a la disciplina de formar y vestir sus árboles.»

Y tendrán que transcurrir casi cuarenta años (1711) para que W. Sutherland desarrolle esta proposición de una Arquitectura Naval:

«Los fines objetivos a que miran todas las partes de la arquitectura de un bajel son tan diversos que, para su entero conocimiento son necesarios (con muchas experiencias) los medios de otras ciencias».

A pesar de que añade un gran valor científico a la Construcción Naval, el autor admite que le faltan herramientas para poder estructurar la Arquitectura Naval, por más que sepa manejar los conceptos de la Hidrostática: «...conozco que me falta para alcanzar con alguna perfección lo mismo que trato y estimaría hallarlo en otro, porque saliéramos de tantas ignorancias, poseyendo tan sólo un arte práctico recibido por tradición material de uno a otro, regulando en partes, según la inclinación de los que lo manejan; porque con esta cortedad se encuentra el «arquitecto naval.»

En todas estas opiniones advertimos un cierto pesimismo por el valor de la propia tecnología. La verdad es que resulta inexplicable esta sensación cuando la arquitectura naval «práctica» ha sido capaz de producir las naves del XVII.

GARROTE

No tuvo suerte con su *Recopilación para la Nueva Fábrica de Bajeles* el capitán sevillano Fco. Antonio Garrote. Sus reglas no fueron bendecidas por la Corona, empeñada en la propia supervivencia dinástica, como Normas nacionales.

De él nos quedan sus razones muy fundamentadas, y la denuncia que hace del retroceso de la construcción naval española en el concierto europeo, que todavía hoy nos sirven de reflexión para nuestro propósito.

Propone revisar el método y las proporciones,

«para que por este medio se lleve el lauro de haber conseguido los mexores Baxeles de guerra que hasta hoy se hayan ejecutado por otra alguna nacion ...

«y que teniendo la excelencia de fondear poco quede remediada la Barra de San Lucar quedando asentado el que es mas perfecto un Bajel para de guerra que fondeando menos que otro de su porte aguante mas numero de Artilleria, ande mas y gobierne mejor, y que necesite regularmente de menos carena, menos palos, Jarcia y Aparejos, con lo qual se consigue la facilidad de su manejo, que es lo principal a que se debe atender ...

Y esta revisión de las fábricas navales la fundamenta en que:

«Habiendo puesto las naciones el mayor cuidado en darles a sus Bajeles la mejor perfeccion; y debiendo adelantarse, y anteponerse a todas, la Española, por las muchas, y continuas nauegaciones, en que les excede; no tan solamente no lo ha hecho, sino que su descuido les hace experimentar cada dia muchos defectos en sus Bajeles; quiza causados de las pocas fabricas, o poca inteligencia, y aplicacion, de los que los fabrican, o por la malicia de los que los mandan fabricar ...

Ya que,

«El cuidado, que han puesto los Españoles en sus Bajeles, es en la fortaleza de maderas, clavazones, y Perneria, en que confieso exceden a todas las naciones, como el que tambien necesitan de esta fortaleza mas que todas, porque mediante ella pueden aguantar en la Mar; y sirvale de desengaño a el mas apasionado, el ver que hay naciones, que ademas de ser las maderas que gastan en sus fabricas muy endeblen, las afianzan con tarugos de palo en lugar de perneria y clavazon, navegando por mares de mucha mas altura que los que navegan los Españoles ...

Mientras que,

«los Bajeles Españoles traen la tormenta siempre consigo, rindiendo los Arboles o faltandoles del todo, sucediendo lo mismo con Curvas, y Costados, pues de Popa a Proa los he visto afianzar con tortores, abriendo aguas continuamente ...

«los quales yerros nacen de que nuestros Bajeles desde sus principios no guardan las proporciones que requieren, y que faltando estas, es fuerza que salgan en el todo defectuosos, no pudiendo el mayor Bajel suplir el mas minimo defecto, por la poca seguridad de sus cimientos ...

«y si en el agua se mantienen derechos, es a fuerza de artificio, cargandolos de lastre, para solo el aguante del peso de las maderas que forman el Vaso de la superficie del Agua para arriba, en que no se guarda regla legitima ...

Son fallos inaceptables, porque:

«sin piedra de Lastre, y a Plan barrido, se ven cada día en los puertos de España naos extranjeras, con toda su Artillería montada, y con Vergas, y Masteleros arriba;

«desengaño que, él solo, bastara a que creyeramos el que se han llegado mas al punto fijo que requiere un Bajel para su mayor seguridad, y que nos persuadieramos a que la mucha experiencia, aplicacion, y estudio les ha dado el Lauro que hasta hoy juzgan que en el todo se merecen, por lo que en parte confieso han adelantado...»

En descarga de la arquitectura naval española deberíamos decir que se critica la práctica de una construcción incontrolada, pues no es fácil admitir que las mismas Ordenanzas de 1618 que produjeron buenos bajeles durante todo el s.XVII se hubieran agotado sin cambiar las misiones de éstos.

GAZTAÑETA

En la España de 1700 no se plantean los problemas teóricos de la Arquitectura Naval. Pero se conocen y se manejan las necesidades de nuestros navíos:

fortaleza y estanqueidad
 poco calado, para salvar la Barra y los bajíos
 aguantar la vela y la mar
 montar y usar la artillería
 bastante buque para la carga
 velocidad adecuada
 fácil maniobra
 larga duración

Como se ve, una lista que define las disciplinas que se combinan en la Arquitectura Naval de hoy, en el Proyecto Naval.

La utilidad de los vasos españoles está condicionada por el tráfico americano y las características de los bajeles sigue los dictados de una experiencia comprobada. Hasta podríamos asegurar que es tanta la experiencia acumulada en doscientos años de navegación a las Indias que no se echa en falta una doctrina que avale las decisiones.

Por eso los esfuerzos de Gaztañeta se centran en la definición de las formas y en la calidad de la construcción, y lo más que hace es retocar las proporciones y alguna dimensión, aduciendo su experiencia en el proyecto naval. El proyecto que presenta Tinajero en 1712 para construir diez navíos de guerra para convoyar las Flotas define los problemas más acuciantes de la época:

«que las maderas no eran buenas o la forma de corte para prepararlas las hizo malas»

«los bajeles de guerra, a los dos viajes a las Indias ya no podían servir para el tercero y se echaban al través»

«el alto gasto necesario para ponerlos en servicio los dejaba inútiles en la grada, donde se pudrían»

«cada viaje que hacían a las Indias, necesitaba la Real Hacienda volverlos a pertrechas de un todo»

«los malos diseños obligaban a remediarlos con embonos costosos y perjudiciales»

A todas estas demandas responde la propuesta de hacer diez bajeles de sesenta cañones en La Habana, con palos de Pensacola y planos de Gaztañeta. Son los primeros planos de formas completos producidos en España. Pero Gaztañeta no explica ninguna razón teórica que justifique sus medidas, aparte de las dimensiones. No hay, en este caso, una Arquitectura Naval teórica en el sentido que Echeverri reclamara. Lo que nos hace pensar que las formas se daban por buenas y sólo las fábricas presentaban grandes problemas.

En efecto, Gaztañeta

«no puede dejar de decir algo sobre la exorbitancia del grosor de los materiales que le echan en América a los Bajeles, considerando que son por ellos más fuertes, y no miran que la gravedad de su peso los azora; y no sólo llevan menos carga sino también tendrán menos buque ...»

«El buen Bajel, construido según se demuestra, esté cierto cualquiera que sin que tenga ni una onza de lastre, sino barrida toda su bodega, mantendrá todos sus árboles, vergas y aparejo ...»

Igual pragmático enfoque tienen sus Proporciones de 1720, que adopta la Corona como Reglamento de Construcción para todos sus Reinos, y estarán vigentes hasta Jorge Juan (1552).

WM. SUTHERLAND

Sin tanta y sistemática experiencia acumulada en el tráfico ultramarino, Inglaterra continúa el camino de la razón para llegar a una Arquitectura Naval adecuada a sus necesidades.

The Shipbuilder's Assistant or Some Essays Towards Completing the Art of Marine Architecture, fue publicado en Londres en 1711. Su autor, WM.Sutherland, se confiesa «constructor naval y marino», con 32 años de estudio y experiencia en la Marina.

Sugiere el uso del «sólido de resistencia mínima» de I.Newton para los navíos y, como había hecho Mathew Baker un siglo antes, compara las cualidades nadadoras de las caballas y los delfines, a las que añade la importancia de la posición del CdG y las características hidrostáticas.

«La Arquitectura, dice, es una Rama de las Matemáticas que se basa en Preceptos Geométricos, y tiene tres aspectos: la Edificación, la Economía y las Máquinas».

Sutherland enuncia las siete Propiedades de la Arquitectura que deben encontrarse en la Arquitectura Naval:

- solidez, o fortaleza de los materiales y de su fábrica
- conveniencia, o adecuación de las partes entre sí
- belleza, o gracia y armonía
- orden, o relación entre los tamaños de las partes
- disposición, o relación entre las partes
- proporción, o relación de las partes con el todo
- decoro, o decencia, con respeto a las Reglas del Arte.

y establece las diferencias y exigencias que impone la mar a los navíos, mayores que la tierra a los edificios.

Constituye uno de los primeros intentos de regular el alcance y las competencias de la Arquitectura Naval. Y lo hace no sin cierto temor, cuando solicita el patrocinio del Lord Comisionario del Almirantazgo, porque:

«... La Innovación siempre está sujeta a fuertes ataques, y el salirse del camino común, apartarse de las costumbres viejas y establecidas, el avanzar algo nuevo, ya sea en Teoría o en Práctica, deja al hombre expuesto a la censura de la generalidad de la Humanidad, que se rige más bien por los Ejemplos que por la debida consideración de la Naturaleza de las Cosas, y perseguir la Verdad».

Y, en la misma línea que nuestros autores del XVII y que también defenderá Jorge Juan, expone que:

«Los Principios desde los cuales he procedido serán aceptados, espero, como ciertos y evidentes, y las Observaciones que saco de ellos, en orden a la Práctica, como claras y posibles. Porque en todo este Tratado he luchado por reunir la Teoría y la Práctica, mano con mano, estando convencido de que la primera sin la segunda no permite más que una Sombra sin Substancia.»

Seis años más tarde (1717) publica una *Corta Descripción de lo que se requiere para la Arquitectura y el Equipamiento de los Navíos de Su Majestad o Britain's Glory or Shipbuilding Unveiled*, donde claramente identifica la Arquitectura con la Construcción Naval.

De nuevo, la preocupación por conciliar la teoría y la práctica en la Arquitectura Naval le hace escribir:

«No es por falta de Genio del Constructor Naval por lo que no se ejercita la Práctica, aunque sea muy raro ver un Constructor plenamente dotado para Aprender; por más que haya buenos Estudiosos en el Gremio de la Construcción Naval, que podrán llegar a Maestros de la Parte Práctica, y plenamente cualificados para dirigir a los trabajadores en la Construcción y la Reconstrucción de Navíos: pero las Cualidades que se requieren para hacer de un hombre tal Maestro son realmente tantas, así en la Teoría como en la Parte Práctica, que es casi imposible que estas Cualidades puedan encontrarse.»

« Pero suponiendo que así fuera, que la Teoría y la Práctica pudieran entretorse tan fácilmente como se imagina, la parte Experimental sería la más Noble, sin la cual ningún hombre puede llamarse a sí mismo Constructor Naval: Esto no es todo, ya que es general que todas las Controversias sean determinadas por aquellos que están de Moda para los más Capaces en cualquier Ciencia; de manera que si son Deficientes por falta de Aprender, o Complicados por falta de Práctica, las decisiones que tomarán estarán en consonancia; lo cual estropea los Adelantos, retrasa a la Sociedad, destruye nuestros Estudios y, en consecuencia, confunde a la Ciencia.»

OLLIVIER + J.JUAN

Llegamos así a los años que anteceden a la aceptación oficial de la Arquitectura Naval en Europa. La madurez científica de los constructores navales españoles y franceses, junto con la superioridad inglesa en la mar, produce un trio de hechos dignos de relatarse:

Francia envía (1737) a Blaise Ollivier en misión secreta a Inglaterra, para estudiar y razonar las diferencias de su construcción naval;

Jorge Juan visita Inglaterra con la misma intención;

Inglaterra persigue y captura navíos franceses y españoles con el propósito de estudiar los secretos de su superioridad, y consigue apresar el «Invencible» y el «Princesa».

Irónicamente, al mismo tiempo que las reglas de la Arquitectura Naval como rama científica se ofrecen libremente a todas las naciones, a través de los libros, se busca con afán el dominio del mar a través de los métodos de construcción, que se comparten a través del espionaje y la guerra. Hemos vuelto al comienzo del problema, cuando se planteaba en términos de tecnología de la construcción.

FINAL

Quiero terminar esta presentación destacando la importancia que para la Arquitectura Naval tiene el conocimiento de sus orígenes y de su evolución.

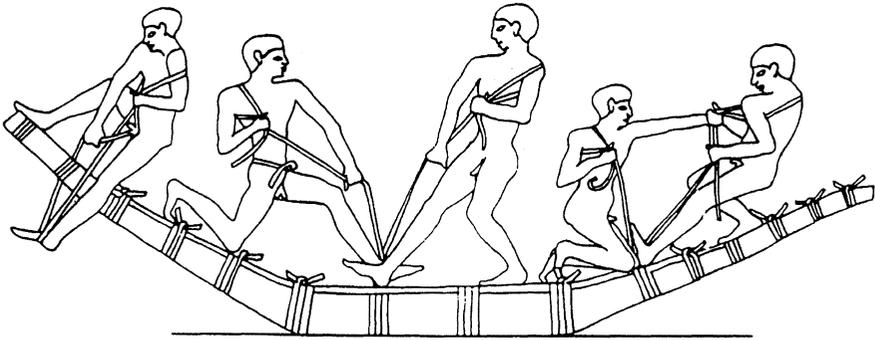
La Unión Europea apoya la recuperación del patrimonio cultural y tecnológico, y acoge con especial interés la reconstrucción de navíos históricos. España no puede quedar fuera de esta empresa en al que ya están los Países Bajos, Alemania, Italia y Grecia.

Hoy podemos decir que existe un plantel de jóvenes historiadores, arqueólogos e ingenieros navales que están haciendo avanzar la arqueología náutica española por la senda de los países de nuestra cultura: Culip, Cabo Cavoli, Santander, Vigo, Sto.Domingo, Mazarrón, son ejemplos de ello.

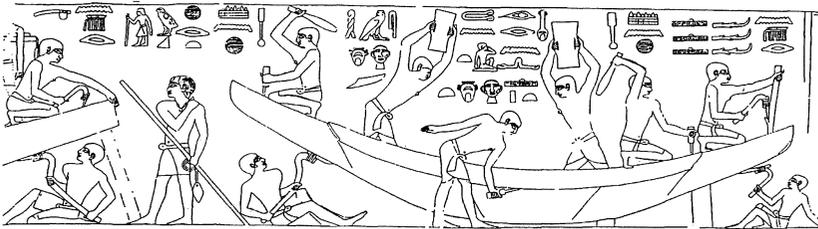
Estos proyectos han mostrado cuán importante es la formación de equipos pluridisciplinarios que incluyan arquitectos navales. Como también han puesto en evidencia el valor insustituible de su aportación a la investigación documental de la Historia de la Arquitectura Naval.

Pasado mañana comienza la cuenta atrás del último decenio para conmemorar dos siglos de la gesta de Trafalgar. Allí se batieron las mejores obras de la Arquitectura Naval de la época, muchas de ellas españolas.

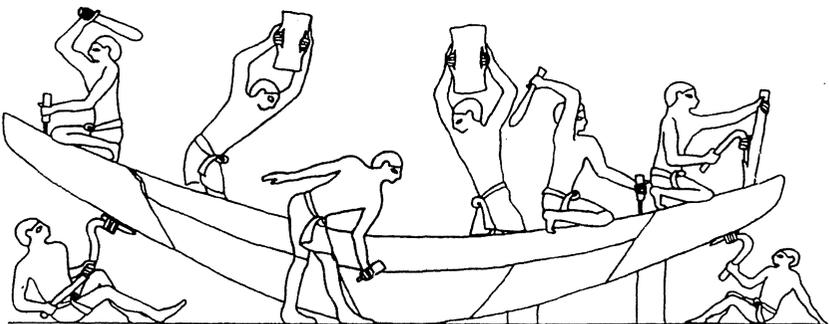
Desde aquí quiero rendirles homenaje e invito a quienes puedan ayudar a reconstruir algunos de aquellos navíos a trabajar para recuperar el significado y la importancia de su Arquitectura Naval.



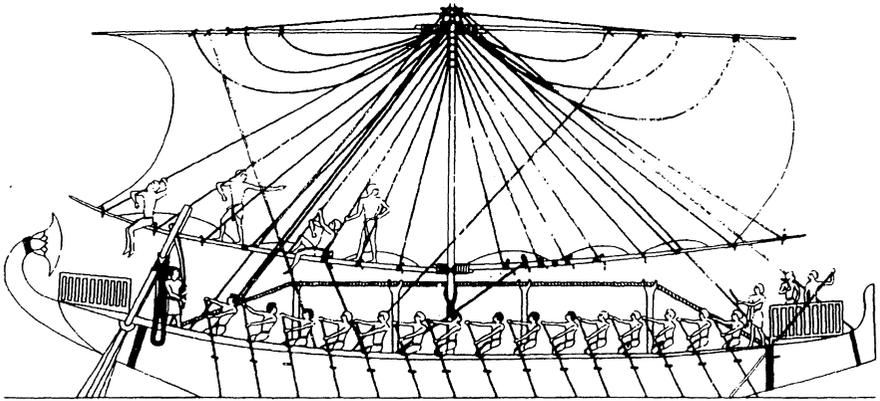
Men building a reed boat, from an Egyptian tomb painting; about 2500 B.C.



More boatbuilding scenes from the Fifth-Dynasty mastaba of Ti, (courtesy Institut Française d'Archéologie Orientale au Caire; from Wild, plates CCXXIX and CXXVIII).



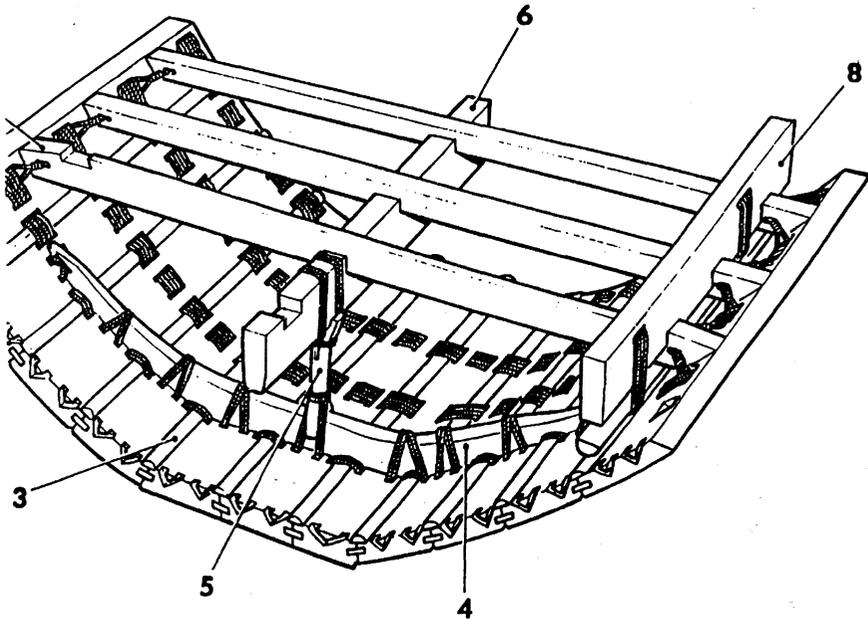
Building a **wooden boat**, as depicted on the walls of an Egyptian tomb; about 2500 B.C. By 2500 B.C. the Egyptians were certainly building boats of wood, possibly for many centuries before. But their method of construction was clearly inspired by the reed boat: planks were doweled or sewn, edge to edge, without keel or ribs.



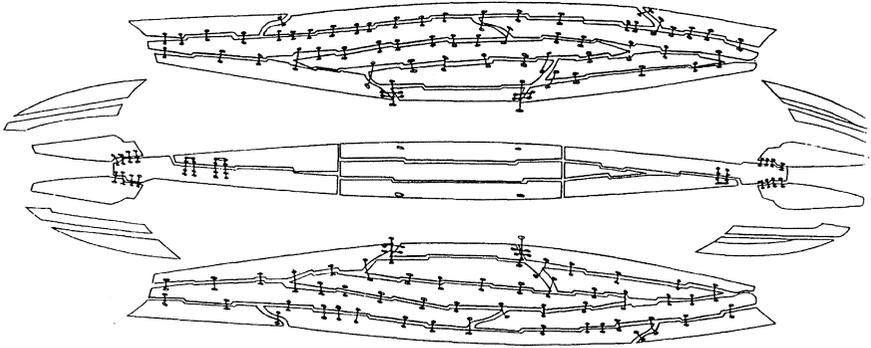
Puntschiff von dem Relief in Deir-el-Bahari (aus: Busley, C. - Schiffe des Altertums).



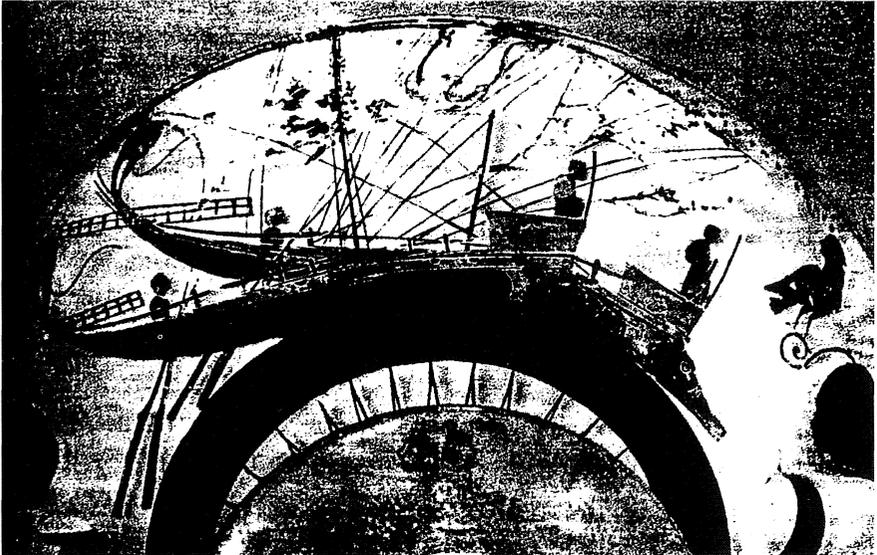
Building William's invasion fllet.

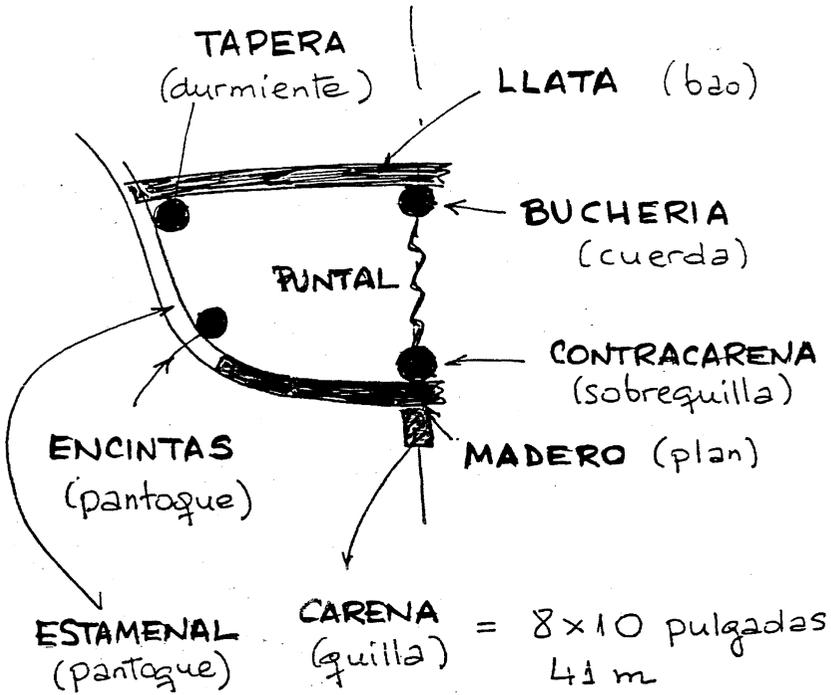


The internal structure of the Royal Ship: the hull planks are held together partly by pegs (1), but more importantly by a system of ropes stitched through seam holes (2) that do not penetrate to the outside surface of the boat. Long, thin, hemispherical battens (3) are lashed over each seam, making caulking unnecessary. Frames (4) inserted into the hull to strengthen it support a series of stanchions (5), which in turn carry the weight of the central shelf or stringer (6) that runs the length of the ship. The thwarts or deck beams (7) are let into the notches of the stringer. Side shelves (8) similar to the central stringer rest on the thwarts and give further rigidity to the hull structure.



A planking diagram showing the location of the 277 strategic lashing holes of the Cehops vessel.





GALERA ESPAÑOLA

S. XVII

<F. OLESA M.>