

Técnica y arsenales en España y Francia hacia 1800 *

por José Patricio Merino

* Trabajo realizado, en parte, con la ayuda de una beca March para estudios en el extranjero.

Voy a limitarme en estas páginas a presentar algunas consideraciones sobre varios temas relacionados con las materias primas y con la técnica, enfocadas principalmente desde el punto de vista de la marina de guerra. Las coordenadas temporales de mi trabajo son también bastante imprecisas: el «hacia 1800» del título va desde mediados del XVII hasta mediados del XIX, todo ello con el saludable objetivo de reforzar la coherencia de las ideas que aquí expondré.

Una tradición de cierta raigambre (cfr. *Génesis*, capítulo 4: Caín y Abel) parece llevar al hombre a discutir con sus semejantes, y a dotarse de los mejores argumentos para apoyar sus razones. Esto puede llevar al desarrollo del derecho, por un lado, y por otro, al avance de las técnicas militares: el peso de la razón aumenta si el «argumento» propio tiene 100 cañones y el del vecino sólo 70. A largo plazo —por supuesto— la verdad siempre triunfa, la justicia siempre se impone, etc., pero nunca es despreciable la ayuda que pueden prestar estos otros factores.

El aumento de la complejidad de la guerra naval, consecuencia en parte del deseo de disponer de instrumentos más eficaces que los del enemigo, conduce normalmente, entre otras cosas, a una mejor utilización de las materias primas, a una mejor conservación de los factores bélicos, y a una búsqueda más decidida de innovaciones técnicas susceptibles de repercutir de algún modo en el desenlace de los conflictos. El tema, así enunciado, no tiene límites, y los que yo voy a aplicar son bastante arbitrarios.

LOS ARSENALES

La época de predominio del navío de línea se extiende, grosso modo, entre 1650 y 1850, y la adopción de una serie de innovaciones al principio y al final de este período justifican en cierto modo los límites señalados: la superación de la galera por una parte, y la introducción

del vapor, por otra, son los elementos más característicos. Entre ambas fechas se produce una evolución lógica que tiende a mejorar el empleo del nuevo instrumento: una larga serie de pequeñas mejoras lleva desde los toscos buques del XVII hasta los magníficos veleros del XIX. Se trata de una evolución homogénea, sin transformaciones radicales y que, complementada con las mejoras en tierra, basta para cubrir la demanda hasta bien entrado el siglo XIX (1). Desde el punto de vista militar son varios los sectores afectados.

La construcción de los buques se hacía a ojo, a pesar de las obras —un Tomé Cano, por ejemplo— o de las indicaciones generales existentes. Tolón, 1683: «una vez que S. M. ordena la construcción de un navío, y fija su tamaño, el Intendente reúne a los carpinteros de plantilla y les ordena hacer cada uno un presupuesto y un plano, y una vez que se lo han entregado, reúne de nuevo a los carpinteros y, en presencia del comandante, del capitán de puerto, de los capitanes más expertos en construcción y del administrador, los dichos planos y presupuestos son examinados, y tras elegir el que se considera más conveniente, y firmarlo los oficiales mencionados, se sacan varias copias...» (2). El cambio, a nivel teórico, se produce lentamente durante el XVIII, y se mezcla con la persistencia de las formas tradicionales: «la fábrica del navío y otras embarcaciones, y sus maniobras, que es el modo de manejarlos, ha estado siempre en manos de unos casi meros carpinteros, y de otros puramente trabajadores u operarios: ninguna dependencia se creyó que tuviesen de la matemática, sin embargo de no ser el todo sino pura mecánica» (3). Los dos factores mencionados —ciencia y artesanía— aparecen con claridad en estas frases de Jorge Juan; él los unirá además personalmente a lo largo de su vida: experiencia artesana (1750-56) durante los años de introducción del sistema inglés de construcción naval; profundo desarrollo de la teoría, durante el período de la Academia de Cádiz y del Seminario de Nobles de Madrid (1756-73, aproximadamente).

En estas condiciones, «cada nueva unidad era un prototipo; cada casco, cada aparejo, un caso particular cuya unificación iba a necesitar toda una serie de etapas y de intervenciones del Estado, desde fines del

(1) Cfr. DOUGLASS C. NORTH, «Sources of productivity change in ocean shipping, 1600-1850», en *Journal of Political Economy*, LXXVI, 5 (1968), págs. 953-70; GARY M. WALTON; «Sources of productivity change in American colonial shipping, 1675-1775», en *Economic History Review*, 2ª serie, XX, 1 (1967), págs. 67-78, y «A measure of productivity change in American colonial shipping», en *Economic History Review*, 2ª serie, XXI, 2 (1968), págs. 268-82; FREDERIC C. LANE; «Technology and productivity in seaborne transportation», Comunicación a la *V Semana de Estudio*, Prato (Italia), 1973.

(2) Paris, Archives Nationales (en adelante, ANP), Marine, D¹, 9.

(3) JORGE JUAN, *Examen marítimo teórico práctico*, Madrid, Imp. Francisco Manuel de Mena, 1771, t. 1, pág. V.

XVII hasta el Imperio» (4). Los objetivos se transforman, y del «que en todas partes aparezca al largo la Marina real» de Colbert, se pasa al «aparecer sólo para vencer» de Castries: «la voluntad de presencia se ha transformado progresivamente en un problema de poder y de eficacia» (5). Esto, traducido a la práctica, quiere decir que se va a intentar, entre otras cosas, «normalizar» bastantes de los elementos que intervienen en la construcción naval.

Uno de estos elementos (el básico) es el casco del navío. Pueden señalarse varios intentos normalizadores: hacia 1678-80, por ejemplo, se estableció en Francia un «reglamento y proporciones» para los distintos buques (6), aunque su aplicación no pueda calificarse precisamente de estricta. Gaztañeta, en España, fijó en diversas ocasiones las proporciones ideales (7); los excelentes resultados obtenidos en varios casos no impidieron los cambios y los ensayos hasta llegar, tras la construcción inglesa y el sistema francés, a los modelos generales de Romero Landa o de Retamosa, en los dos últimos decenios del siglo XVIII. El caso francés es similar en sus grandes líneas e incluso en sus fechas, y termina con la adopción por Borda de los modelos de Sané, y su aplicación durante cincuenta años, desde 1780 hasta 1830 más o menos: «de una arquitectura totalmente clásica se había pasado, en poco menos de un siglo, a los inicios de una producción en serie: paso decisivo para la definición espacial de los primeros arsenales modernos» (8). Los ingleses, con notable retraso en el plano teórico (9), persistirán hasta bien entrado el XIX en un aprendizaje esencialmente empírico y en la copia sistemática de las presas francesas o españolas.

(4) ALAIN DEMANGEON y BRUNO FORTIER, *Les vaisseaux et les villes. L' Arsenal de Cherbourg*, Bruselas, Ed. Pierre Mardaga, 1978, pág. 53.

(5) Id., id., id.

(6) ANP, Marine, D¹, 5.

(7) Su *Arte de Fábricas Reales*, de 1688 (Museo Naval de Madrid —en adelante MNM—, mss 1461), o las *Proporciones de las medidas más essemprciales...*, Madrid, Imp. Phelipe Alonso, 1720. Este último trabajo, sobre todo, es uno de los primeros ensayos serios para unificar los planos de los buques de la Marina, y produce algunos barcos espléndidos: el Princesa, por ejemplo. Los problemas se presentaban después, cuando cada astillero resolvía los problemas conforme a su leal saber y entender. Cada maestrillo tenía su librito, y lo aplicaba, de modo que cada producto acabado difería de los precedentes. El tema se complicó un poco más a mediados de siglo, cuando a la existencia de varios constructores vino a añadirse la aplicación de diversos métodos.

(8) A. DEMANGEON y B. FORTIER, ob. cit., pág. 26. Una idea de la evolución a nivel de personas puede encontrarse en el artículo de PAUL GILLE: «Les écoles de constructeurs», en *Le Navire et l'économie maritime du Moyen-Age au XVIIIe siècle, principalement en Méditerranée*, Paris, S.E.V.P.E.N., 1958, págs. 161-76.

(9) Me ocupé de estos temas con algo más de detalle en mi tesis doctoral. Aquí me limito a resumir o ampliar, corregir o matizar, algunos párrafos del epílogo al texto, que, corregido y ampliado a su vez con respecto al de la tesis, debe publicarse en un futuro que espero no demasiado lejano; el título oscilará en torno a las ideas de «La Marina del siglo XVIII», «La Armada de la Ilustración», etc.

Un par de temas de interés, al menos, pueden considerarse implícitos en los párrafos anteriores, los arsenales y la fabricación en serie, y ambos están íntimamente ligados.

Los objetivos estratégicos influyeron en la creación de los arsenales y, junto a razones técnicas, definieron en parte su localización: los problemas de las mareas, en el Atlántico, fueron uno de los factores decisivos en la predilección mostrada hacia los ríos, hasta el extremo de que una gran parte de las construcciones (Deptford, el Támesis, La Rochela, Brest, El Havre, Amberes, Hamburgo y el Rin, Dantzig, etc.) se apoyan sobre el nivel constante mínimo garantizado por los ríos, que resolvían así no pocos problemas técnicos. Durante el XVIII se produce el cambio en la concepción de los arsenales, orientándose hacia la producción, «más eficaz y más rápida, de buques concebidos sólo para la guerra. No será tanto la carencia cuanto la necesidad de embarcaciones específicas la que dictará la política de arsenales. Desde su origen, los arsenales fueron unos centros de producción completamente atípicos, más amplios y más complejos que las más grandes manufacturas reales: proporcionados, en cierto modo, a los navíos-monumentos que tenían que proteger y producir. Concentrar una treintena de oficios, fijar a tres autoridades —administrativa, militar y gremial— objetivos comunes de disciplina y de producción, presentaba numerosos problemas específicos, como ponen de manifiesto los incasantes reajustes entre 1680 y 1814» (10).

La «racionalidad» de los primeros arsenales se resintió, como es natural: Inglaterra cerró varios en los siglos XVIII y XIX (11) y abrió otros para sustituirlos; Francia hizo más o menos lo mismo aunque en menor escala, e intentó además reformar lo que ya había: «el puerto de Rochefort, construido en una época en la que la Hacienda se agotaba en un exceso de grandes empresas acometidas al mismo tiempo, fue, como tantos otros proyectos, apenas comenzado; se levantaron a toda prisa los edificios más necesarios, con una fragilidad que demuestra la escasez de medios empleados en intentar hacer muchas cosas. No se sabe si hubo un proyecto general con una finalidad precisa, o si los edificios fueron simplemente construidos a medida que se necesitaban, en los lugares que se juzgaron más oportunos en cada caso. Esta última conjetura es la que parece tener más fundamento» (12). Las cosas

(10) A. DEMANGEON y B. FORTIER, ob. cit., pág. 23. Se trata de un libro en el que los autores han escrito pocas páginas —la mayor parte la ocupan los documentos que dibujan la historia de Cherburgo— pero de una lucidez poco frecuente.

(11) Cfr. J. J. COLLEDGE: *Ships of the Royal Navy: An Historical Index*; vol. I: *Major Ships*, Newton Abbot, Ed. David and Charles, 1969; páginas preliminares.

(12) Párrafos tomados del informe del ingeniero jefe, Augias, Rochefort, 19 de enero de 1776. ANP, Marine, D¹, 34.

fueron cambiando poco a poco, como es natural, y los proyectos de Cherburgo, y poco después los del Imperio, muestran ya una concepción más global, armonizando de modo distinto necesidades y objetivos.

Los arsenales españoles obedecen a un tipo intermedio. La evolución puede seguirse con claridad en Ferrol: un intento raquítico y deslavazado (La Graña) hacia 1730, y la maduración del complejo Esteiro-Ferrol en los planos sucesivos de Cosme Alvarez de los Ríos (1747-50), verdadero padre del arsenal (13). Reducido a proporciones menos épicas, los trabajos de Francisco Llobet y, sobre todo, Julián Sánchez Bort, con la supervisión de Jorge Juan, terminaron en los años 70 la construcción de un arsenal completo concebido como un todo desde el principio. El caso de Cartagena es más claro aún: en un lugar en el que no había prácticamente nada (un varadero de galeras) se empezó a construir en 1748 el gran arsenal del Mediterráneo español. El proyecto inicial fue de Sebastián de Feringán y Antonio de Ulloa y, menos idílico desde el principio que el de Ferrol, se llevó a cabo sin excesivos cambios: hacia 1775 podía considerarse terminado, incluyendo varias innovaciones destacables sobre las que volveré más adelante.

Quiero comentar, por último, un par de datos más antes de pasar al epígrafe siguiente. Me parece llamativo el hecho de que la actividad de los arsenales sea casi exclusivamente militar: no conozco casos en los que los astilleros estatales «diversifiquen» su producción, o aprovechen la excelente calidad de su mano de obra, lanzando embarcaciones destinadas al mundo civil, ni siquiera cuando, por tratarse de buques «especializados» (dragas, algunos pontones, algunos transportes), la superioridad técnica de los arsenales militares podía haber facilitado el trabajo. No es así, sin embargo, y puede considerarse que la pesca y el comercio resuelven sus problemas por cauces distintos a los oficiales: construcciones sobre el terreno —como hasta hace muy pocos años— para la pesca de bajura o el pequeño cabotaje, y recurso a centros más importantes —Mataró, San Feliú, costa de Santander o de Vizcaya, Pasajes, etc. (14)— para las operaciones de mayor envergadura o el comercio americano, que se surtía también de la compra de buques

(13) Remito a mi trabajo citado en la nota 9. El único ejemplar que conozco del primer proyecto de Cosme Alvarez de los Ríos (hecho en 1747), está en la Biblioteca Central Militar de Madrid, nº B-11-38, hoja 38. Puede compararse con cualquiera de los numerosos planos posteriores existentes en Simancas. El Viso del Marqués. Museo Naval de Madrid, Cartoteca Histórica Militar, trabajos impresos, etc., para estudiar la evolución del proyecto hacia una idea más amplia y más simple al mismo tiempo. Aquí prescindo de Guarnizo y de Mahón, cuya precariedad los aleja de los arsenales que estoy considerando.

(14) Remito a las indicaciones que pueden obtenerse, por ejemplo, en Carlos Martínez SHAW: «La procedencia de los capitales en la industria naviera catalana del siglo XVIII: los

extranjeros llegados a Cádiz. En este rapidísimo esquema hay dos puntos particularmente importantes que no han sido tocados: Cádiz y La Habana. A falta de estudios detallados (15), puede considerarse que Cádiz no fue un centro excesivamente importante de construcción naval, ni civil ni militar, aunque fue fundamental como centro financiero, comercial y de reparaciones. La Habana fue el más importante astillero militar español del XVIII, e imagino que, apoyándose en la fama de duración de sus productos (16), desarrolló también una amplia actividad en el terreno de la construcción naval civil.

Tanto Cádiz como La Habana pueden presentar la peculiaridad de unir en cierto modo los aspectos comercial y militar. Es un caso un poco especial, incluso a nivel europeo. La separación está clara en Francia: Brest, Rochefort, Tolón, etc., no aparecen para nada cuando de comercio se trata, mientras que Nantes o Burdeos se dedican sólo a los buques de carga (17). Los matices habría que introducirlos pensando en Lorient o en Pasajes, sedes de Compañías de comercio y de astilleros que fabricaron las embarcaciones atípicas de esas grandes empresas (18): navíos de carga, si es posible unir esas dos expresiones normalmente contradictorias. Inglaterra actuó de modo similar y, como España o Portugal, concedió gran importancia a la construcción naval americana en el aspecto comercial: un tercio de la flota de comercio inglesa, en vísperas de la independencia de los Estados Unidos, se calculaba que provenía de la Nueva Inglaterra (19), sede de unos astilleros que alcanzaron una reputación considerable (20) a fines del XVIII.

barcos del comercio atlántico (1744-1752)», en *Anuario de Estudios Americanos*, XXX (1973), págs. 471-88; FERNANDO BARREDA: *La marina cántabra desde el siglo XVIII hasta el ocaso de la navegación a vela*, Santander, Centro de Estudios Montañeses, 1968; TEOFILO GUIARD Y LARRAURI: *La industria naval vizcaína*, edición a cargo de Manuel Basas, Bilbao, 1968.

(15) Aunque no tratan específicamente este tema, pueden obtenerse indicaciones muy valiosas en MANUEL NUNES DIAS: *O comercio livre entre Havana e os portos de Espanha (1778-1789)*, Sao Paulo, Univ. de Sao Paulo, 1965; y en ANTONIO GARCIA BAQUERO: *Cádiz y el Atlántico, 1717-1778*, Sevilla, E.E.H.A., 1976.

(16) «La fortaleza y seguridad de los navíos fabricados en las Indias para la mar... no se encontrará en el mundo igual»; informe de Bernardo Tinajero de la Escalera, primer Secretario de Marina, hacia 1714.

Archivo Histórico Nacional de Madrid (en adelante, AHN), Estado, leg. 2313.

(17) Cfr. T. J. A. LE GOFF y JEAN MEYER: «Les constructions navales en France pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle», en *Annales*, E.S.C., 1971, págs. 173-85.

(18) Cfr. RAMÓN DE BASTERRA: *Los navíos de la Ilustración*, Caracas, Imp. Bolívar, 1925; y ROLAND D. HUSSEY, *The Caracas Company, 1728-1784*, Cambridge (Mass.), Harvard U. P., 1934.

(19) Cfr. JAMES F. SHEPERD y GARY M. WALTON: *Shipping, maritime trade and the economic development of colonial North America*, Cambridge, Cambridge U. P., 1972, pág. 242.

(20) Como testimonio una nota de la Secretaría de Marina española en 1791, confirmando que los norteamericanos «saben construir bellas embarcaciones, así de carga como de guerra». Archivo-Museo Don Alvaro de Bazán, en *El Viso del Marqués* (en adelante VISO), Arsenales, leg. «Diques, 1791».

Los arsenales vinieron a implantarse con frecuencia en zonas poco habitadas o en pueblos pequeños, y dieron lugar a la aparición de ciudades militares o ciudades en las que el peso de la Marina era totalmente preponderante. Es el caso de Rochefort o de Brest, de Cherburgo más tarde, de Portsmouth, de Cartagena y Ferrol, de Cádiz (San Fernando y alrededores) cuando la Marina decida separarse de la ciudad (espléndido tema de trabajo, esta voluntad de separación), y de otros muchos puntos en Europa y América. Algunos ejemplos un poco más detallados pueden mostrar este grado de dependencia.

Ferrol, y toda la zona que le rodeaba, fue tierra de señorío hasta 1733-52, período durante el cual los proyectos de la Marina llevaron a la transformación a realengo (21). La villa y la región vivieron exclusivamente de la actividad naval, creciendo con la Armada y decayendo con ella. Como Ferrol carecía de propios, los vecinos pidieron la imposición de un arbitrio de 2 maravedís en azumbre de vino para, primero, construir la iglesia, y, segundo, atender a las necesidades comunales. Lo singular del caso no es la imposición del arbitrio sino sus detalles: la Marina se encarga del cobro, y las cantidades se invierten por orden del Comandante General del Departamento, que, además, preside la junta de administración de los fondos, formada por él mismo y por el alcalde, el síndico general, y el personero y los diputados del común (22).

Durante los años de pujanza de la Marina, es decir, durante el siglo XVIII y especialmente durante su segunda mitad, Ferrol creció con rapidez: su población «tuvo un índice de crecimiento de 891, es decir, más del doble del índice real para toda la provincia; esto se debe a la creciente importancia de los astilleros y arsenal de la Armada, que estaban instalados en aquella comarca... Parece que en esta zona se dieron las bases necesarias en todo desarrollo industrial y comercial, aunque no pudieron ser finalmente aprovechadas de forma conveniente para iniciar el proceso de industrialización» (23). Desde el punto de vista puramente urbano, aparece una ciudad —que en 30 años llegó a ser la más importante de Galicia— donde antes apenas vivían trescientas personas; coincidieron la inversión oficial y la privada (24) para sentar las bases de una nueva concentración humana dedicada a una actividad predominantemente industrial.

(21) Archivo General de Simancas (en adelante AGS), Catastro, libros 156, 157 y 158.

(22) AGS, Marina, leg. 374.

(23) JAIME GARCÍA LOMBARDERO: *La agricultura y el estancamiento económico de Galicia en la España del Antiguo Régimen*, Madrid, Ed. Siglo XXI, 1973, págs. 22-23.

(24) Cfr. CESAREO FERNANDEZ DURO: *Disquisiciones náuticas*. Madrid, Imp. Aribau, 1880, t. V, pág. 249. Ferrol puede proporcionar tema para un magnífico estudio de geografía histórica: existe para ello una riquísima documentación que cubre los 250 últimos años de la vida de la ciudad.

La dependencia con respecto a la Marina llega a detalles pequeños pero no despreciables en una ciudad semiaislada: leve fricción de jurisdicciones, militar y municipal, a la hora de autorizar un teatro y algunos espectáculos (25), por ejemplo, o instalación de una imprenta (26) que no consigue salir adelante porque la crisis oficial afecta ya a la ciudad. Por lo demás, y teniendo en cuenta que se salen un poco de los límites de este artículo, dispense al lector de las dramáticas notas que describen la decadencia simultánea de la Marina y de la población.

Los mismos temas podrán encontrarse a miles de kilómetros de distancia, en los puertos ingleses o franceses, y probablemente también en los holandeses, suecos, rusos o portugueses. Las evoluciones serán distintas, como es natural (27), pero hay buen número de rasgos comunes, alguno de los cuales pretendo poner de relieve de modo a veces anecdótico.

Acabo de citar a Nicolás Setaro y a su compañía, pomposamente llamada de «óperas», en relación con Ferrol. La Marina intervino, pero nunca llegó a hacerlo en la medida en que lo hacía en Brest por los mismos años: entre los reglamentos dictados por la Armada, y junto al que regula la actuación de los centinelas y del cuerpo de guardia, está el dedicado a los «Directores, actores y músicos de la comedia del puerto de Brest» (28). Son unas disposiciones elementales, no exentas de gracia en algunos momentos: multa al actor que olvide su papel o que falle su entrada, obligación para el director de cambiar con frecuencia las piezas del repertorio y de incluir muchos dramas, normas a seguir en el puesto —codiciado, es de suponer— de sargento de guardia de camerinos, etc.

La dependencia se mantiene aunque se cambie un poco de terreno: es el Secretario de Marina el que decide la construcción de una «casa de religiosas, encargada de un noviciado, de una casa de educación, asilo o refugio decente y honrado, y de precio módico, para las viudas o hijas de los servidores de Su Majestad, y, por último, de una casa de fuerza, muy necesaria en Brest para contener los desórdenes que las mujeres de

(25) Cfr. AGS. Marina, leg. 374. Se trata de un breve expediente promovido en 1769 por un empresario de óperas, Nicolás Setaro.

(26) Cfr. JOSE PATRICIO MERINO NAVARRO: «Introducción de la imprenta en El Ferrol», en *Primeras Jornadas de Bibliografía*, Madrid, Ed. Fundación Universitaria Española, 1977, págs. 549-59.

(27) Véanse por ejemplo tres obras bien distintas sobre tres casos profundamente diferentes, pero en los que es posible también destacar numerosos puntos comunes: JOSE MONTERO AROSTEGUI: *Historia y descripción de la ciudad y departamento naval del Ferrol*, Madrid, Imp. Beltrán, 1859; R. MÉMAIN: *Le matériel de la Marine de Guerre sous Louis XIV. Rochefort, arsenal modèle de Colbert*, Paris, Ed. Hachette, 1937; F. W. LIPSCOMB: *Heritage of Sea Power. The story of Portsmouth*. Londres, Ed. Hutchinson, 1967.

(28) Fechado el 2 de julio de 1769 y corregido el 28 de octubre de 1771. ANP, Marine, D², 25.

los marinos de clase inferior pueden cometer en ausencia de sus maridos» (29). Aparece así todo el profundo trasfondo vital de la Marina, que Marcus ha tratado recientemente (30) en un libro no exento de humor ni de rigor.

Citaré sólo un par de detalles más para terminar de mostrar la profundidad de esta interrelación. Los alojamientos, por un lado. Estaba claro que la maestranza se alojaba en sus propias casas, y que constituía buena parte de la población. Pero la Marina alojaba también buen número de soldados y de marineros de modo permanente, y ese número aumentaba cuando se preparaba un armamento. En Brest, hacia 1770, en plena época de paz, se constata que el cuartel de marineros, cuando esté terminado, «no podrá albergar más que 2.500, y hacen falta 350 para cada navío de 74 cañones...» (31); el problema se plantea también con el cuartel de soldados, de modo que sólo cabe pensar, razonablemente, en un amontonamiento en los cuarteles, en un alojamiento a bordo de los buques —y es bien sabida la alergia incurable de la Armada hacia este tipo de solución, por temor a incendios o destrozos—, o en la ocupación parcial de casas o habitaciones en las viviendas de la ciudad. Un estrangulamiento similar se plantea, en casos de armamento, en un tema tan banal como es el del pan: los hornos no dan abasto para fabricar y almacenar la galleta —los barcos llevaban víveres para períodos entre 2 y 6 meses— y fabricar al mismo tiempo el pan necesario para el consumo de la ciudad.

En otro orden de cosas, la atención médica depende también del arsenal, y aunque se intenten separar los hospitales civiles y militares, rara vez esta separación se lleva a cabo. El hospital es una pieza clave en el arsenal, y la importancia que se le concede es siempre muy grande. La situación es siempre la misma en todas partes, aunque podrían quizá destacarse los casos de Ferrol y Rochefort. En este último lugar, y desde 1716, los vecinos habían obtenido el acceso al hospital militar a cambio de su trabajo para tirar, Charenta arriba, los buques de la Armada (32). El tema no deja de tener su importancia porque Rochefort, instalado en unos terrenos pantanosos y muy insalubres, daba unos índices de mortalidad elevados. Y será también la Marina

(29) El proyecto, de 1787, se ponía en manos de las Damas de Santo Tomás de Villanueva. ANP, Marine, D², 27.

(30) G. J. MARCUS, *Heart of oak*, Oxford U. P., 1976.

(31) ANP, Marine, D², 26.

(32) Esta conquista se consideraba excesiva por parte de las autoridades del arsenal, porque los vecinos podrían llegar a «creer que no tienen obligación de tirar de los buques del rey gratuitamente».

Id., id., id., 34.

quien se encargue del saneamiento de la región, en una actividad que tiene realmente muy poco que ver con sus objetivos militares. La operación, llevada a cabo entre 1782 y 1784, produce de modo fulgurante resultados milagrosos (33), aunque probablemente los autores del informe olvidaron calibrar el impacto medicinal del fin de la guerra. En este caso puede señalarse, además, una novedad interesante: la aparición de una «bomba de fuego», una máquina de vapor simple, introducida por primera vez en el arsenal (34) precisamente para elevar agua para el hospital y para la ciudad.

LA CONSERVACION DEL MATERIAL

«No será posible mantener la Marina al nivel que debe estar para que sea respetado el pabellón francés, si no se consigue prontamente reducir los gastos de mantenimiento y prolongar la duración de los buques» (35). Y poco después: la madera «se hace tan rara que se considera imposible mantener la Marina al nivel que debe estar, si no se emplean todos los medios posibles para prolongar más allá de los diez años la vida de las embarcaciones que la componen» (36).

Expresiones del mismo tipo, más o menos radicales, aparecen con enorme frecuencia en la segunda mitad del siglo XVIII, y traducen una situación que, en síntesis, puede resumirse como sigue: el aumento de la construcción naval (37) ha multiplicado la demanda de materias

(33) El estudio, de 1785, está bien hecho, a partir de los registros del hospital y de los libros parroquiales. Si se aceptan las cifras, y parecen fiables, los resultados fueron maravillosos en todos los terrenos: menos muertes, más nacimientos, mejores cosechas, etc. En el caso del hospital —téngase presente la guerra de Estados Unidos— los datos son los siguientes:

Año	Ingresos	Muertos	%
1779	10.307	1.032	10
1780	11.521	1.891	16,4
1781	7.117	1.185	16,7
1782	9.036	1.575	17,4
1783	7.297	902	12,4
1784	5.138	450	8,8
1785	4.823	306	6,3

ANP, Marine, D², 35.

(34) La bomba se instala en 1785; en 1789, vistos los buenos resultados, comienza la instalación de otra.

Id., id., id., 36.

(35) Tomado de una carta de Boynes, Secretario de Marina, a Breugnon; Versailles, 8 de septiembre de 1773.

Id., id., D¹, 11.

(36) Informe de la Secretaría de Marina. Mismo legajo de la nota anterior.

(37) Pueden consultarse, por ejemplo, los trabajos de RUGGIERO ROMANO, «Per una valutazione della flotta mercantile europea alla fine del secolo XVIII», en *Studi in onore di Amintore Fanfani*, Milán, Ed. Giuffré, 1962, vol. V, págs. 573-91, y JOSE ALCALA-ZAMORA: «Evolución del tonelaje de la flota de vela española durante los siglos modernos», en *Estudios del Departamento de Historia Moderna* (Zaragoza), 1975, págs. 177-224.

primas, algunas de las cuales empiezan a escasear. Es el caso, sobre todo, de la madera, pero también de algunos otros productos que no por pintorescos dejan de ser importantes: los alquitranes (38), el cáñamo (39), etc. La escasez y el mayor precio de las materias primas tradicionales obliga a ahorrar y a prolongar la vida de los instrumentos, como comentaba en los primeros párrafos de este artículo. Hay una relación estrecha entre los diversos factores considerados; de ahí el interés de estudiar las soluciones a las que se llega, que, en muchos casos, incluyen innovaciones técnicas de notable envergadura.

Por un lado, las grandes naciones se lanzan a una especie de inventario general de recursos: a escala mundial, quizá por vez primera, es estudiada la riqueza maderera y son estudiadas también sus posibilidades de explotación (40), en una especie de ensayo general para el gran drama de fin de siglo. Además, las propias posibilidades son explotadas con rigor y precisión crecientes (41) porque su rareza induce a cuidarlas con mayor esmero. Y, siempre en la misma línea, se manifiesta también el deseo de evitar la amenaza enemiga (42) sobre las siempre frágiles líneas de comunicación.

De modo más próximo, otra serie de datos me parecen interesantes. El hecho de concentrar la construcción en instalaciones fijas significa también que una población estable e importante puede especializarse en las diversas actividades del astillero y del arsenal. La calidad de la mano de obra, por tanto, sale notablemente reforzada, y éste es uno de los factores primordiales en el progreso industrial. Durante siglos se había mantenido el pluriempleo tradicional, ejerciendo varias actividades y sin dedicar a ninguna de ellas la totalidad del tiempo disponible. El proceso es importante, conocido, y ha sido

(38) Cfr. P. JOSEPH LACOSTE: *Marché et commerce des produits résineux du XV^e siècle à 1939*, Burdeos, Ed Delmas, 1943.

(39) Reconozco que no es fácil tomarse en serio algunos de estos productos, por mucho que uno diga que el cáñamo era como hoy el petróleo, y que el Báltico tenía más importancia en el siglo XVIII que el Golfo Pérsico en nuestros días. Sobre el cáñamo, cfr. RAMON M. SERRERA CONTRERAS: *Lino y cáñamo en Nueva España, 1777-1800*, Sevilla, E.E.H.A., 1974, y JOSE PATRICIO MERINO NAVARRO: «Cultivos industriales: el cáñamo en España, 1750-1800», en *Hispania*, 131 (1975), págs. 567-84.

(40) La idea es de ROBERT ALBION, *Forest and Sea Power. The timber problem of the Royal Navy, 1652-1862*, Cambridge (Mass.), Harvard U. P., 1926.

(41) Cfr. PAUL BAMFORD: «French forest legislation and administration, 1660-1789», en *Agricultural History*, julio 1955, págs. 1-12 (separata); JOSE PATRICIO MERINO NAVARRO: «La Marina en los montes de Segura de la Sierra, 1734-1820», en *Actas del I Congreso de Historia de Andalucía. Andalucía Moderna. Siglo XVIII*, t. II, Córdoba, Ed. Cajas de Ahorro, 1978, págs. 33-39. Esto hace también que se exija más a las compañías suministradoras: cfr. DENISE OZANAM: *Claude Baudard de Sainte-James, Trésorier Général de la Marine et Brasseur d'Affaires (1738-1787)*, Ginebra, Ed. Droz, 1969, pág. 100.

(42) Lo cual inducirá a los franceses a intentar la vía del Mar Negro para evitar el dominio inglés del mar del Norte: cfr. PAUL W. BAMFORD: *Forest and French Sea Power, 1660-1789*, Toronto, University of Toronto P., 1956, pág. 196.

uno de los pasos fundamentales en la industrialización (43). El segundo paso será la dedicación total a una actividad única, y el tercero, la formación profesional específica, desde los inicios del trabajo.

La etapa que he señalado en segundo lugar puede considerarse franqueada, en las instalaciones militares, hacia 1760, gracias en parte al aislamiento de algunas de las localidades elegidas como sede de departamento. Fue difícil poner en marcha Ferrol, y todavía en 1750, con una visión negativa que no correspondía a la realidad, escribía Alonso Pérez Delgado a Cosme Álvarez de los Ríos: «V. S. es menester que tenga muy presente que no tenemos contramaestres ni ayudantes de constructor que valgan un ochavo» (44). Pocos años después, sin embargo, y con el deseo de reducir gastos, la Secretaría de Marina de Madrid envió una circular a los departamentos recomendando que, durante los meses de trabajo en el campo, se despidiera a los peones que pudieran ocuparse en esa otra actividad. La respuesta, siempre en el caso de Ferrol, es significativa de la transformación que se ha producido: «todos son por oficio lo que aquí hacen» (45), lo que equivale, prácticamente, a decir que se han alcanzado la especialización y dedicación completas.

En el caso de una evolución más o menos homogénea, el paso siguiente era la enseñanza de «parte de los conocimientos teóricos en los que se apoyan los principios de la arquitectura naval»; para ello, se crea una escuela de maestranza «en cada uno de los puertos de Brest, Tolón y Rochefort. Aparecidas por primera vez en 1819, reciben una organización definitiva por real orden de 1 de enero de 1833» (46). Por los mismos años, los arsenales españoles evolucionaban de modo diferente (47), y sólo en 1850 (48) vuelve a encontrarse un cuerpo de maestranza amplio y bien estructurado.

(43) Cfr. AGUSTIN GONZALEZ ENCISO: «La industria dispersa lanera en Castilla en el siglo XVIII», en *Cuadernos de Investigación Histórica*, 2 (1978), págs. 269-89; y RAFAEL ARACIL y M. GARCIA BONAFE: «Industria doméstica e industrialización en España», en *Hacienda Pública Española*, 55 (1978), págs. 113-129.

(44) AGS; Marina, leg. 376.

(45) Perea a Arriaga; Ferrol, 22 de junio de 1756. AGS, Marina, leg. 326.

(46) BARON TUPINIER: *Rapport sur le matériel de la marine*, Paris, Imp. Royale, 1838, págs. 223-24.

(47) «Penetrado S. M. de la triste situación en que se encuentran, por el grande e indispensable atraso en el pago de sus jornales y la falta de trabajos de su profesión los individuos de Maestranza del departamento del Ferrol, ..., solicitando en su virtud permiso para ocuparse de las artes y cercos de la pesca de aquella comprensión mientras que no hubiese trabajos en el arsenal; ..., ha tenido a bien S. M. conceder, no sólo a aquellos individuos de maestranza del departamento del Ferrol, sino a los de los otros dos, permiso y facultad de dedicarse a la pesca». Palacio, 12 de febrero de 1816. Publicado en *Gaceta de Madrid*, jueves, 15 de febrero de 1816, pág. 163.

MNM, mss. 432, fols. 173-76.

(48) JOSE MONTERO AROSTEGUI, ob. cit., pág. 600.

De modo paralelo puede notarse un esfuerzo notable de racionalización en todas las facetas de la actividad. Hasta fines del siglo XVIII, cada buque era un caso único, de modo que sus repuestos sólo le servían a él; Francia y España, y en menor grado Inglaterra (49) empezaron a buscar soluciones al sistema, como hemos visto en las páginas precedentes. Los cambios pueden apreciarse también aquí de modo indirecto: «la ordenanza de 1776 estableció, como anexo al almacén general de cada puerto, unos almacenes particulares para navíos y fragatas. Cada una de estas embarcaciones debía tener su almacén...» (50), pero el sistema fue abandonado a principios del XIX por innecesario. En este mismo sentido hay que citar la unificación de la artillería (51) o, tema importante y por estudiar en España, el perfeccionamiento del reloj como instrumento de medida y de regulación del trabajo. En otro orden de cosas, el aumento de la demanda y del precio de determinados productos va a estimular la aparición de buques especializados. Ya ocurría con los azogues destinados a América, pero el fenómeno va a repetirse ahora: barcos que, «encargados de abastecer de mástiles de madera del Norte los astilleros» (52), van a asegurar unos buenos beneficios a los holandeses, inventores y monopolizadores del sistema durante unos años.

He hecho ya referencia en varias ocasiones al precio de la construcción naval. Un caso especialmente glorioso puede servir de ejemplo: «el Victory de Nelson costó sólo 63.174 libras cuando fue botado en 1765. Pero en la época en que combatió en Trafalgar, las reparaciones habían aumentado el total hasta 251.981, y hacia 1815 ascendía ya a 371.922 libras» (53). El problema era clásico, y no soy yo quien lo descubre ahora: Fernández Duro habló con dureza del Trinidad, el mayor buque del XVIII, un monstruo de cuatro puentes y 130 cañones, objeto de continuas reparaciones hasta Trafalgar: «con el costo primitivo del navío y el de las repetidas obras y reparaciones que se le hicieron... pudo muy bien hacerse de oro, o al menos otro nuevo más a propósito por mucho menos precio» (54). Este aumento de los precios era debido en parte a las condiciones de trabajo en las carenas o

(49) En Trafalgar, todavía, la escuadra de Nelson se componía de buques de características diferentes, de modo que uno de los problemas más importantes era la imposibilidad de hacer un cierto «fondo común» de pertrechos de recambio. Cfr. ROBERT ALBION: «The timber problem in the Royal Navy, 1662-1862», en *The Mariner's Mirror*, 38, 1 (1952).

(50) BARON TUPINIER, ob. cit., págs. 162-64.

(51) Id., id., págs. 128-29.

(52) T. J. A. LE GOFF y JEAN MEYER, ob. cit., pág. 185. En San Sebastián se construye en 1779 un buque pequeño (30 codos de quilla) pensado exclusivamente para el transporte de maderas; no se trata de un caso único, por otra parte.

AGS, Marina, leg. 362.

(53) ROBERT ALBION: «The timber problem...», pág. 14.

(54) CESAREO FERNANDEZ DURO, *Disquisiciones náuticas*, Madrid, Imp. Aribau, 1880, t. V, pág. 228.

calafateados: «los jornales de los obreros suben al infinito por la dificultad de trabajar en el interior de un buque tumbado sobre un costado; el espacio no permite moverse y colocarse del modo más cómodo para hacer avanzar el trabajo; no se puede hacer fuerza para quitar las piezas podridas y colocar las nuevas» (55), y el buque sufre también al estar apoyado tan sólo sobre un flanco. El último de los temas que quiero considerar, la generalización de los diques de carenar en seco, se dirige precisamente a resolver estas dificultades.

Los países del Atlántico y del Norte, aprovechando las mareas, habían hecho ya varios ensayos a fines de la Edad Media: incluso en 1495-96 aparece el primer dique permanente, en Portsmouth (56). Se trata en realidad de unas tentativas rudimentarias: aprovechando la marea se acerca el buque al lugar preparado, y se le hace encallar o reposar sobre el fondo cuando las aguas bajan; se cierra entonces la salida con una mezcla de maderas y de argamasa, y se trabaja en el interior, nunca realmente seco, pero que tiene la ventaja de mantener vertical la embarcación. Las mejoras serán mínimas durante siglos, porque los lentos avances de la ingeniería harán difícil la superación de los problemas técnicos planteados: conseguir unas puertas estancas, que aguanten el empuje del agua en marea alta y cuyas dimensiones permitan la entrada y salida de buques; perfeccionar los sistemas de achicado para vaciar el dique y mantenerlo seco de modo efectivo; mejorar la sillería para evitar filtraciones por los muros y para construir un basamento sólido, capaz de soportar los miles de toneladas de los grandes navíos; hacer todo esto en condiciones que permitieran el trabajo de modo continuado, etc.

El tema parece superarse poco a poco a lo largo del XVII. «En 1653 había diques secos, con puertas, en Chatham, Woolwich, Deptford y Blackwall... Hubo incluso uno privado en Bristol, construido en 1626 y cerrado en 1687» (57). Algo similar se hizo en los centros de galeras del Mediterráneo (58), pero el problema de las mareas iba a asegurar el predominio de la vertiente atlántica de Europa hasta bien entrado el siglo XVIII.

A pesar de las mejoras conseguidas, las dificultades se siguen

(55) Informe sobre Tolón, 1770. ANP, Marine, D², 45.

(56) Sir CYRIL KIRKPATRICK: *The development of harbour and dock engineering*. Londres, The Institution of Civil Engineers, 1926, págs. 9-11.

(57) Id., id., pág. 13. Kirkpatrick indica también las dimensiones de este último dique: 100 pies de largo por 34 de ancho, lo cual, en el siglo XVII, permite la reparación de buques de cierta envergadura, hasta fragatas de tamaño medio.

(58) En 1690-91, por ejemplo, había cuatro «formas» para galeras en Marsella, dos en el arsenal nuevo y dos en el viejo; se cerraban con madera y arcilla, y el agua se sacaba con bombas de cadena, lo cual significaba un cierto progreso.

ANP, Marine, B⁶, 138. (Estos datos me han sido amablemente comunicados por M. Zysberg.)

presentando con regularidad. Hacia 1675-80 hubo uno de los primeros grandes esfuerzos franceses en el Atlántico, y se impulsó la construcción de los arsenales de Brest y Rochefort. A pesar de la anarquía constructiva (vid. supra, nota 12), cada uno de estos dos arsenales incluía un dique: pequeños y rudimentarios, son a pesar de todo un buen índice para calibrar el nivel técnico de la época. Rochefort, el «arsenal modelo», recibió un dique de madera: «la carpintería fue simplemente apoyada sobre una capa de tierra que se había echado sobre la roca, pero el agua la ha transformado en barro, de modo que cuando se ha introducido un navío el fondo del dique se ha hundido y los bordes se han levantado, y actualmente está inútil para el servicio» (59). Las reparaciones, con mayor o menor fortuna, duran más de 40 años, lo cual quiere decir que en realidad el dique presta un servicio más bien mediocre (¡durante una época se sacaba el agua con cubos!). El caso de Brest, menos clamoroso, no se distingue demasiado en lo que a la utilidad se refiere: la importancia del tema se ve con claridad, pero la carencia de medios, financieros y técnicos, impide la puesta en práctica de la solución, salvo el caso ya comentado de Inglaterra.

Coincidiendo casi exactamente con la mitad del siglo XVIII va a producirse en toda Europa el gran salto adelante en el terreno naval.

Brest inició el movimiento teórico en 1742, con la orden de «construir tres diques en una ensenada llamada Pontaniou, en la que se había pensado desde hacía tiempo» (60). De hecho sólo se hicieron unos preparativos, y todo estuvo parado entre 1746 —muerte del primer constructor— y 1751 —designación de Choquet—. La actividad vuelve a empezar en esta última fecha y continúa ya sin interrupción. «El 2 de febrero de 1756 entró un navío en el primer dique; en abril del mismo año se terminó el segundo, y en mayo de 1757 el tercero» (61). «Desde entonces han rendido grandes servicios. En el tercer dique se ha construido el Royal Louis, el mayor navío de los que tiene el rey...» (62). Este es un detalle importante: tanto los suecos como los franceses, y supongo que también los ingleses, construyeron en los diques de carenar, mientras que los españoles los utilizaron sólo para reparaciones, y construyeron siempre en gradas de construcción; probablemente estamos aquí ante el factor clima como principal elemento para

(59) Informe de M. Royer; Rochefort, 4 de agosto de 1680. ANP., Marine, D², 34.

(60) ANTOINE CHOQUET DE LINDU: *Description des trois formes du port de Brest, bâties, dessinées et gravées en 1757*. Brest, Imp. R. Malassis, 1757, pág. 4. Se trata de un libro espectacular, de unos 60 por 40 cms., y que tiene solamente 11 páginas y 8 planchas, pero de excelente calidad.

(61) Id., id., pág. 9.

(62) Informe de Choquet; Brest, 8 de noviembre de 1761. ANP., Marine, D², 23.

explicar la diferencia, porque los diques europeos recibieron normalmente una cubierta ligera para aliviar las inclemencias del tiempo.

Cartagena es el otro caso a destacar por el momento. El Mediterráneo presentaba el problema del nivel casi constante del agua, de modo que no podía contarse con el efecto «marea» para llenar o vaciar el dique. Esto significa que había que asegurar con mayor perfección la impermeabilidad de las puertas, el sistema de achique, etc.

A pesar de las dificultades, las obras se acometen junto con las del conjunto del arsenal, a mediados de siglo. El autor del proyecto es el mismo ingeniero, Feringán, con el aval de Antonio de Ulloa. Se trata de dos diques, uno más grande que otro aunque capaces ambos de recibir navíos de 70 cañones. El primero, el grande, se terminó en julio de 1754, pero nadie se atrevió a probarlo hasta cuatro años después, esperando que así se consolidaría mejor el fondo. El 11 de marzo de 1758 entró el Terrible; el 13 se comenzó a achicar, y el mismo día se hundió el suelo desencajando las puertas. Se paralizó todo y se envió a Jorge Juan para estudiar el asunto y las reparaciones, porque el tema se consideraba de primera importancia (63). El dique pequeño presentó también algunos problemas, pero de menor envergadura, del 17 de noviembre de 1759 al 3 de diciembre del mismo año fue reparado el Septentrión, que se convirtió así en el primer navío de España reparado en dique. Jorge Juan da la noticia «con la satisfacción que se puede considerar, a vista de que ya tiene el rey dique, sin embargo de los infortunios que han acaecido, y de las opiniones contrarias que se han seguido, particularmente de toda la Marina francesa» (64). Se trataba del primer dique de España, y era también el primero del Mediterráneo, si exceptuamos los comentarios hechos antes sobre las galeras. Las reparaciones del dique grande terminaron en 1761, y su utilización no se hizo esperar: el 20 de marzo, Viernes Santo, entró el Atlante para una carena que duró dos meses; fue el primero de una serie de trabajos que se realizaron de modo prácticamente ininterrumpido (65) en las nuevas instalaciones.

Casi al mismo tiempo se estaban construyendo los dos diques de Ferrol. El proyecto, de Jorge Juan sobre todo, es corregido y ejecutado en buena parte por Julián Sánchez Bort, uno de los mejores «ingenieros hidráulicos» del siglo XVIII español. Terminados en abril de 1762 y

(63) Expediente en AGS, Marina, leg. 328.

(64) Jorge Juan a Arriaga; Cartagena, 21 de noviembre de 1759.

AGS, Marina, leg. 329.

(65) Los diques se utilizaban habitualmente sin interrupción, e incluso era frecuente que entrara un navío el mismo día que salía otro: el Atlante salió el 27 de mayo, y el mismo día fue reemplazado por el Galicia; cuando éste salió, el 1 de julio, entró el Contento para desbaratar, y la misma suerte corrió el San Felipe, que entró en dique el 26 de octubre...

Cfr. AGS, Marina, legs. 331 y 333.

octubre de 1764 (66), proporcionaron a la Marina española unos instrumentos de gran importancia en lo que a la reparación de embarcaciones y a la conservación de materiales se refiere.

El ejemplo cunde: la Guipuzcoana construye su dique en Pasajes en 1766 (67), y un particular se lanza también a la aventura en 1770 en el caño del Trocadero (68). Con la compra de esta última instalación, y sus propias realizaciones en la bahía gaditana, en los años 80 la Marina dispone de siete diques en uso: 2 en Ferrol, 2 en Cartagena y tres en Cádiz, lo cual puede considerarse suficiente para las reparaciones ordinarias de la Armada en circunstancias normales.

Comentado a grandes líneas, y poniendo América entre paréntesis, ése fue el caso español. En la Europa de la segunda mitad del XVIII, sin embargo, el mayor impacto lo produjeron los suecos. El arsenal de Carlsrona, en el Báltico, construido en los mismos años que Cartagena y Ferrol, ejerce una especie de fascinación general sobre los ingenieros europeos, que buscarán más tarde en él su inspiración (69). Profundamente innovador desde todos los puntos de vista, su concepción cambia las ideas ante la construcción y ante la guerra: su «dispositivo compacto no debía servir tan sólo para la producción de navíos sino también para su almacenamiento; debía convertirse, una vez terminado, en una enorme reserva de fuerza, en un aparato de disuasión capaz de lanzar, en una decena de días, una flota igual a la de los Países Bajos... Concentrar la potencia sin verse obligado a arriesgarla, amenazar sin decirlo: esto era ya, antes de que fuera formulado, el programa panóptico» (70). El arsenal era realmente impresionante, con su docena de dobles diques como radios a partir de una dársena semicircular. A pesar de todo, y a juzgar por la producción impresa, no fue este alarde

(66) Cfr. Id., id., leg. 334. Se pretendía utilizar los diques con gran agilidad, y nunca ocupar los dos (ni los dos de Cartagena) con navíos «que necesiten de dilatadas obras, pues debe quedar uno libre para que entren en él los de ligeras recorridas...»; Arriaga a Perea; San Ildefonso. 15 de agosto de 1764.

(67) Id., id., leg. 336.

(68) El intrépido empresario se llamaba Jacinto José de Barrios y Sanjuán, y construyó su dique a pesar de un escepticismo oficial realmente insultante. Vista la buena marcha del tema, la Marina lo alquiló primero y lo compró después, y encargó a Sánchez Bort la construcción de otros dos diques en la misma zona.

Cfr. AGS, Marina, legs. 345, 354, 361; Secretaría y Superintendencia de Hacienda, leg. 52: VISO, Arsenales, legs. «Diques, 1784» y «Diques, 1786».

En El Viso hay una maqueta de un dique de carenar que merecería los honores del Museo Naval de Madrid, así como la de una sierra de agua, maqueta esta última de calidad absolutamente excepcional.

Aunque sea sólo de pasada, quiero señalar la existencia en Simancas (sección Mapas y Planos, XV-74 y 75) de unos planos de un dique de carenar en Cartagena de Indias, en 1758. Ignoro si corresponden a un proyecto o a una realización, pero en todo caso significan que el problema no era ajeno a las inquietudes y trabajos de la América española.

(69) Para Cherburgo o Venecia, por ejemplo. Cfr. A. DEMANGEON y B. FORTIER, ob. cit., págs. 27-28.

(70) Id., id., pág. 28.

de diques lo que más satisfizo al autor, Daniel Thunberg, señal de que en ese sentido los problemas podían considerarse relativamente superados. La novedad, a juicio de Thunberg, viene de la técnica constructiva empleada en los trabajos bajo el agua (71), en un lugar en el que el frío obliga a tomar precauciones y a trabajar deprisa.

El último de los casos singulares es Tolón. La Marina francesa no dispone de diques en el Mediterráneo en el siglo XVIII, y la falta se hace sentir: decenas de ensayos y de proyectos buscan la solución a los problemas de mareas, de filtraciones y de agua dulce, de falta de espacio, etc. Por último, y a pesar de las reticencias suscitadas por las reparaciones de Cartagena (72), la Marina se lanza, adoptando el proyecto del ingeniero Groignard, que recoge y mejora una idea expuesta diez años antes por otro técnico, Antoine Macary (73). Se trataba de construir un gran cajón y de sumergirlo en la dársena; una vez hundido se construyó el dique en el interior del cajón que, de esta forma, ganaba terreno al mar (74). Las obras se terminaron en octubre de 1778 y fueron pagadas por la Compañía de Africa a cambio de la utilización del antiguo arsenal de galeras de Marsella (75). La utilización fue inmediata para construcción naval, y el trabajo demostró tal solidez que todavía existía en 1950, y quizá en los momentos en que escribo estas páginas.

Dos detalles, por último, en lo que se refiere a los diques en general, para poner de relieve el lento avance técnico que se observa. Las puertas del dique de Cartagena eran rectas y cerraban formando un ángulo de 135°; esto es lo más corriente y lo más sencillo pero no lo más eficaz, y de hecho habrá que reforzar las puertas con un malecón móvil, un «camello». La experiencia no se echará en saco roto, y las puertas de los diques de Ferrol serán ya curvas (76), adoptando un sistema que reparte el trabajo de modo uniforme sobre todos los puntos de la puerta.

(71) DANIEL THUNBERG y JEAN FELLERS: *Essais de batir sous l'eau, faits a la construction du nouveau bassin ou des nouvelles formes à Carlsrona*, Estocolmo, Imp. P. Hesselberg, 1776. Fellers describe con minucia, y con la ayuda de excelentes grabados, el método empleado por Thunberg para excavar la dársena.

(72) Cfr. MLE. FORGET: «La forme de radoub de Groignard», en *Neptunia*, 16 (1949), pág. 6. Se apoya en una idea errónea del costo de los diques de Cartagena.

(73) ANP, Marine, D¹, 11, y D², 45.

(74) Id., id., D², 46.

El cajón tenía 270 pies de largo por 80 de ancho y 30 de alto. Cuando hablo de dimensiones (inglesas, españolas, francesas) hay que entender que cada medida es distinta aunque el nombre sea el mismo. El pie español media 27,86 cms.; el inglés, 30,48; el francés, 32,48.

(75) Cfr. F. REBUFFAT: «Le financement de la construction de la forme de radoub de Groignard», en *Provence Historique*, 47 (1962), págs. 54-65.

(76) El tema fue estudiado con detenimiento incluso en las experiencias de fuera de España, y Ulloa remitió en 1750 unos informes —que no he encontrado— y unos buenos dibujos sobre las puertas de los diques de Carlsrona y Copenhague: AGS, Mapas y Planos, VI-72. En la sección Marina, leg. 325, «Tratado» de Feringán sobre el caso de Cartagena.

Para achicar el agua de los diques se empleaban bombas, movidas por molinos de viento en el caso de Carlsrona (77) y a mano en circunstancias normales. En Tolón, «140 forzados bombean durante la noche y 140 durante el día, porque un solo grupo se fatigaría demasiado bombeando 24 horas seguidas» (78). Se trata de un trabajo duro («han muerto muchos hombres de este tan fatigoso trabajo del pecho», comenta Jorge Juan sobre Cartagena) (79), que incita a buscar soluciones. Y será precisamente en Cartagena donde se aplique una de las más interesantes, una «bomba de achicar con fuego» es decir, una máquina de vapor atmosférica, probablemente del modelo de Newcomen. Jorge Juan fue el autor del proyecto y, a su muerte en 1773, Sánchez Bort se encargó de la realización e instalación, terminada en 1774; la máquina, que hacía el trabajo de 330 hombres en las bombas manuales, consumía 100 quintales de astillas y carbón al día (80), y resolvió de manera definitiva el problema del arsenal levantino. Me parece que se trata de una de las primeras máquinas de España, y su instalación coincide sensiblemente, en lo que a la época se refiere, con la de máquinas similares en la mayor parte de los países europeos, Inglaterra excluida. El éxito contribuye a la difusión de la novedad, y es ya moneda corriente a fines de siglo (81), cuando empezaba a darse el paso a la máquina de doble efecto.

El último paso a señalar en lo que a los diques se refiere corresponde ya al siglo XIX, y es la aparición del dique flotante. La idea se encuentra en Pensilvania en 1826 (82), y se halla ya realizada veinte años más tarde en varios países occidentales (83), aunque la crisis ha alejado a España de ese grupo de naciones que se dirigen con rapidez hacia la industrialización.

He intentado ver en estas páginas la evolución de algunos sectores relacionados con la técnica y las materias primas, y me he fijado para ello en la Marina, «que representa en el siglo XVIII el más importante

(77) Cfr. D. THUNBERG y J. FELLERS, ob. cit., pág. 39.

(78) Informe de Groignard; Tolón, 5 de mayo de 1776.
ANP, Marine, D², 46.

(79) 17 de mayo de 1758. AGS, Marina, leg. 328.

(80) Id., id., leg. 351.

(81) En Ferrol se instalaron dos máquinas atmosféricas en 1796. «Extraen el agua de 11 metros de profundidad, arrojándola a la dársena en cantidad de 10 toneladas por minuto. De seis a siete horas es lo que se tarda en extraer el agua... Antes se tardaba en dicha operación 50 horas, ocupándose 528 presidiarios y 10 capataces en mover 48 bombas de cadena... Estas máquinas fueron plantadas en 1796 por el ingeniero director D. Rafael Clavijo, habiéndose construido todas sus piezas en el mismo arsenal». JOSE MONTERO AROSTEGUI, ob. cit., págs. 573-74.

(82) Cfr. M. STANTON, *Dry dock. Report nº 649, 4 mai 1846*; 29th Congress, 1st Session, págs. 6-7.

(83) Cfr. *Message from the President of the United States... in relation to the construction of floating dry docks*, (1847); 30th Congress, 1st Session. En ese momento existían diques flotantes en Holanda, Francia y Estados Unidos, al menos, aunque las dimensiones eran todavía reducidas.

presupuesto de inversiones» (84). He pretendido mostrar, a través de diversos detalles seleccionados pero en absoluto exhaustivos, la interacción existente entre los diversos factores, y cómo la escasez de una materia prima fundamental puede frenar la evolución y estimular la búsqueda de innovaciones. He prescindido a posta de las fronteras, porque el nivel es muy similar en todas partes (85) y porque las mejoras se difunden con rapidez. Lo difícil es, ahora, intentar medir los resultados.

Los gráficos I y II indican la actividad constructiva de las tres grandes potencias (86). Para comprender mejor la potencia respectiva y las consecuencias de las mejoras técnicas estudiadas, puede ser útil considerar la vida media de los buques construidos, puesto que éste era uno de los objetivos buscados.

Vida media, en años, de los navíos de línea construidos durante el período:

	<u>1725-49</u>	<u>1750-74</u>	<u>1775-99</u>	<u>1800-24</u>
España	14,7	31,6	22,4	—
Francia	24,8	18,9	22,3	18,7
Inglaterra	23,4	31,2	29,1	43,6

Estas cifras deben ser miradas con todo tipo de reservas (87): no pretendo concederles más que un leve valor indicativo salvo en el caso

(84) HENRI LEGOHEREL: *Les Trésoriers généraux de la Marine, 1517-1788*, París, Ed. Cujas, 1965, pág. 16.

(85) Por ejemplo: el conde de Kersaint hace en 1788 varios estudios sobre cordajes y aparejos en Brest, y señala que los instrumentos empleados en el trabajo son los mismos en Cartagena que en Copenhague, y que él mismo los ha introducido en Brest.

ANP, Marine, D¹, 26.

(86) Los datos provienen de los siguientes trabajos: para España, las listas mecanografiadas establecidas por CHRISTIAN DE SAINT-HUBERT; para Francia, las listas de JACQUES VICHOT, *Repertoire des navires de guerre français*, París, Ed. Association des Amis des Musées de la Marine, 1967; para Inglaterra, la obra de COLLEDGE citada en la nota II. Los datos son seguramente incompletos, pero me parece que no se dispone de otros, hoy por hoy.

(87) Para el caso español he considerado todos los navíos de la lista de Saint-Hubert. En los otros dos casos me he limitado a un muestreo sobre un 30-40 % de los navíos construidos: he contado con 140 navíos ingleses y 132 franceses, tomados de las listas indicadas en la nota anterior. En lo que a las salvedades se refiere puede pensarse, por ejemplo, en las guerras: su relativa escasez hace más difícil comprender el bajón francés del período de la guerra de los Siete Años. El último navío español del XVIII fue el Argonauta, de 80 cañones, botado en Ferrol el 28 de junio de 1798; España no construyó ningún otro durante la primera mitad del siglo XIX. En lo que a la longevidad se refiere hay por supuesto casos extremos: el Cornwallis, botado en Bombay en 1813, y desguazado en Sheerness en 1957; el Duguay-Trouin, botado en Rochefort en 1800 y solemnemente hundido en La Mancha en 1949 (inglés desde 1805); y sobre todo el Victory, botado en Chatham en 1765 y que se conserva cuidadosamente en un dique seco de Portsmouth como símbolo característico del gran siglo inglés.

Nº DE NAVIOS

GRAFICO I
NAVIOS DE LINEA CONSTRUIDOS (Totales quinquenales)

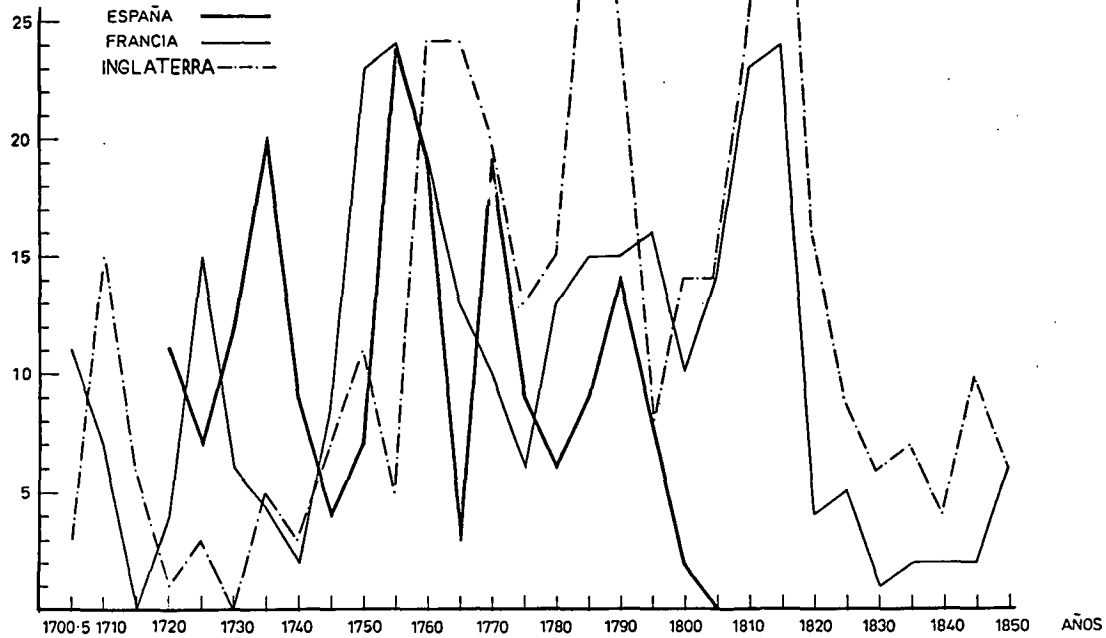
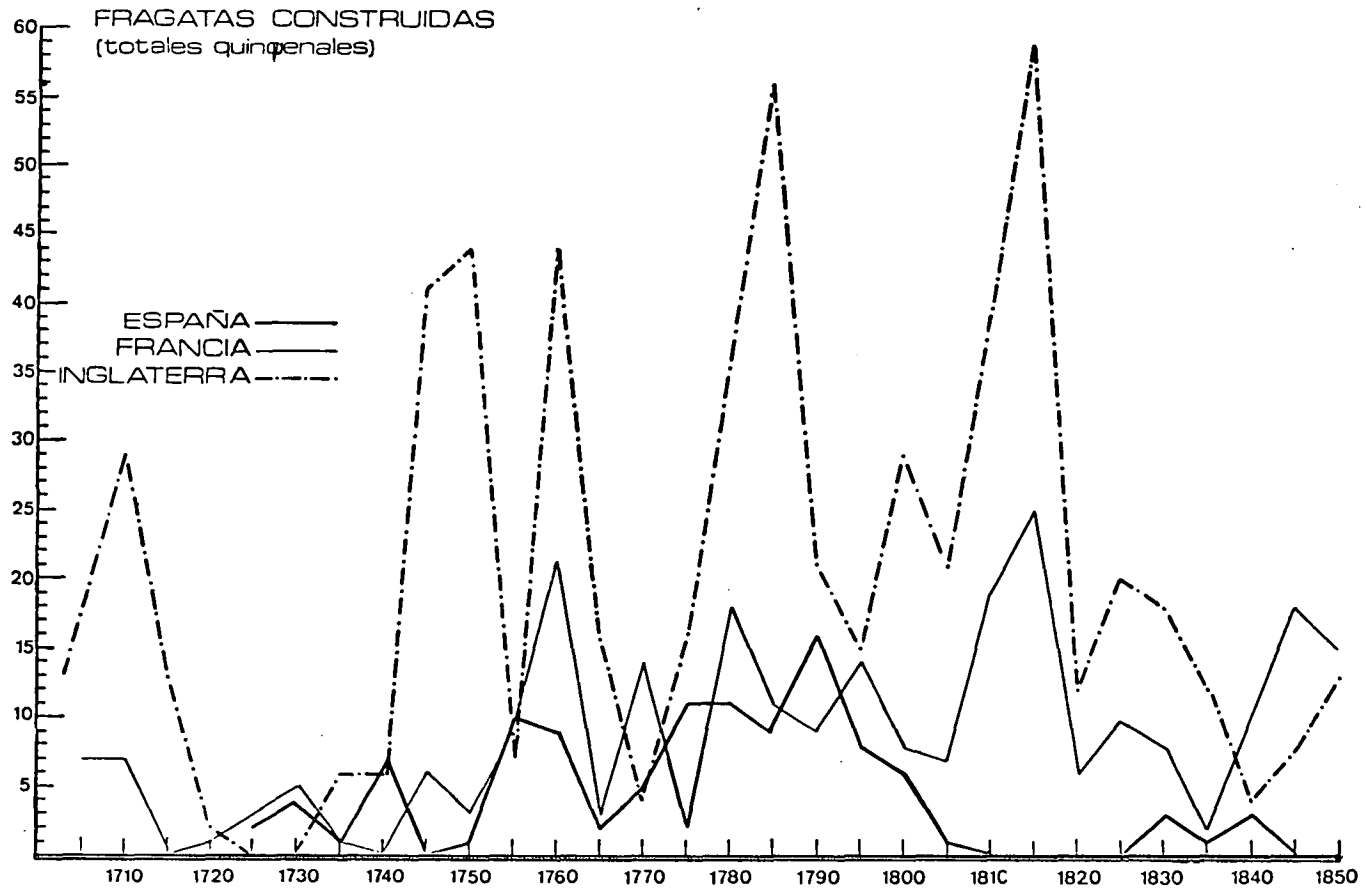


GRAFICO II



español, de modo que señalan sobre todo una línea de investigación en la que continúo trabajando.

Quizá la consideración del gráfico II y de los datos sobre la vida media puedan ayudar algo a comprender la superioridad inglesa en el mar. Pero no debe perderse nunca de vista el hecho de que aunque aquí hayamos hablado de factores materiales, el factor fundamental es siempre el factor humano.