

LA INFLUENCIA DE DUHAMEL DU MONCEAU EN LA ARQUITECTURA NAVAL DEL SIGLO XVIII

Gaspar de ARANDA Y ANTÓN
Doctor Ingeniero de Montes

«Quizás sea la Marina la única cosa que no puede improvisar el dinero».
Montesquieu, *Consideraciones sobre la Grandeza de los Romanos*.

La celebración del tricentenario del nacimiento del inspector de la Marina Real y director de la Escuela de Constructores Navales de Francia H. L. Duhamel du Monceau nos permite recordarle como impulsor de la *filière bois* o estrategia de gestión por medio de la cual el bosque llega a la industria, en este caso la de la construcción naval, a través de procesos de optimización económica y técnica en un aprovechamiento sostenido de los recursos naturales siendo la madera la materia prima para la construcción del buque, según las necesidades y mentalidad de la época.

Además, el reconocimiento al personaje y al papel relevante que ocupa en el fomento de la Marina Real francesa durante la segunda mitad del siglo XVIII y a su participación en el avance tecnológico que supuso el navío de línea de 74 cañones, modelo de diseño copiado por el resto de las marinas europeas.

Por último, reconocer también la influencia que ejercieron sus publicaciones y trabajos en la sociedad ilustrada española en la ciencia y la tecnología en aspectos como la botánica, la agricultura, la economía, la silvicultura, la arquitectura y la construcción naval.

Momento para una conmemoración

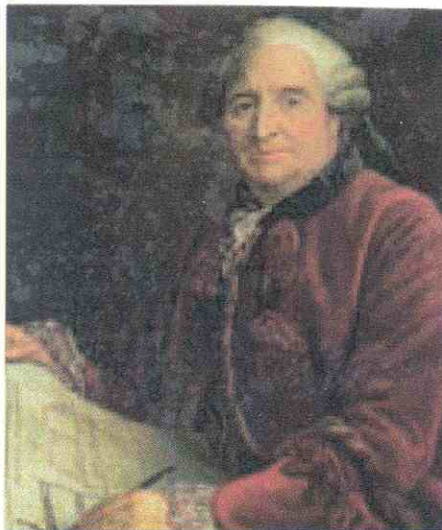
Henri Louis Duhamel du Monceau, caballero de Denainvilliers, nació en París en el año 1700, falleciendo en la misma ciudad que le vio nacer en el año 1782, cuando sus formas de vida anunciaban sepultarse entre los escombros de *L'Ancien Regime* por la tormenta desatada de una nueva era que comenzaba por los impulsos revolucionarios de 1789 a lo largo y ancho de Francia.

Pertenciente a una familia ilustre de Orleans, de la nobleza terrateniente, de la que destaca junto a él Jean Baptiste Duhamel (1624-1706) en la rama de las ciencias físicas.

La Academia de Ciencias de Francia, a través de la Universidad de Orleans, le rindió un homenaje en el año 2000 con motivo del tricentenario de su nacimiento, por los méritos que concurrían en su persona como prototipo de científico del Siglo de las Luces y hombre dedicado al servicio de la sociedad que le tocó vivir; abarcando con sus amplios conocimientos ciencias de diferente base y planteamiento como la agronomía, la silvicultura, la arquitectura naval, la pesca y la sociología, pero que en su persona constituían un todo enciclopédico y cosmológico, tanto en el campo teórico como en el desarrollo práctico.

El resultado de sus enseñanzas se derramó como una mancha de aceite revitalizante por los distintos países europeos durante un largo período de tiempo, que especialmente en España abarca desde la segunda mitad del siglo XVIII y el primer cuarto del siglo XIX, siendo en nuestro país sus obras puente entre los conocimientos de los clásicos latinos y de Alonso de Herrera en el siglo XVI, y el nuevo despertar a la ciencia en el siglo XVIII de Villarreal de Berriz, Casimiro Gómez Ortega, Esteban Botoleu y marinos como Godin (francés, autor de un *Compendio de Matemáticas para el uso de los caballeros guardias marinas* en 1752), Tofiño, Rovira, Ciscar, Antonio de Ulloa, Croix y Vidal y Jorge Juan, entre otros.

Por estos motivos de homenaje en la fecha de su nacimiento, como por la labor e influencia que sus trabajos tuvieron en la sociedad científica española del siglo XVIII, surge y justifica la oportunidad de rendir un recuerdo a la obra del caballero Duhamel, en una rama de la ciencia de la náutica como es la arquitectura naval y a la silvicultura orientada a la obtención de piezas de madera para la construcción civil y naval.

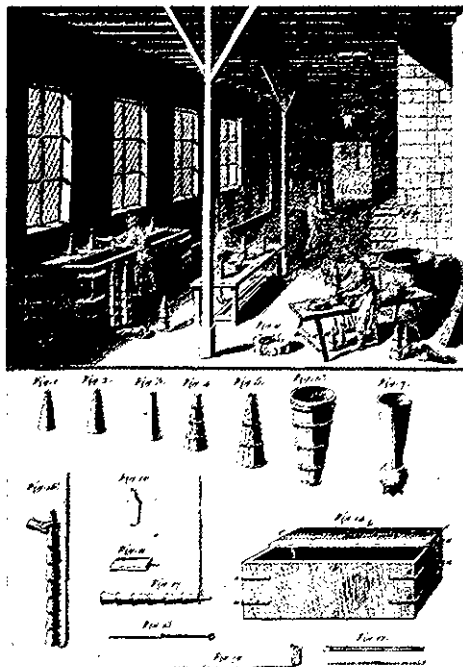


Henri-Louis Duhamel du Monceau. Retrato por Hubert Drouais (1727-1775). Museo de la Marina, París.

Una personalidad de su siglo

Duhamel es un hombre de ciencias, filósofo de las contingencias de su época, literato y durante un largo período de su vida funcionario del Estado francés durante los reinados de Luis XV y de Luis XVI y contemporáneo de

personalidades con las cuales tuvo una íntima relación, como Buffon y Diderot (1).



Éléments de l'Architecture Navale, de Duhamel.

Orleans, causando considerables pérdidas entre los agricultores, y que le valió el aplauso de la Academia de Ciencias de Francia, a la cual nunca dejó desde entonces de sorprender por sus trabajos en diferentes campos del saber.

Los comienzos docentes del joven Duhamel se realizan con estudios de Derecho entre los años 1718 y 1721 por razones de obediencia filial, como puso muchas veces de manifiesto, pues sus más íntimos deseos estaban encaminados a la botánica, tan en boga en el siglo XVIII con motivo de los viajes científicos (2) que por entonces se llevaron a cabo y que inundaron los jardines de Europa de plantas exóticas de las más atrayentes y variadas formas y colores, por lo que la obtención de un destino como botánico en el Jardín de Plantas del Rey en Versalles y París hubiera colmado sus jóvenes anhelos.

Su espíritu inquieto le lleva más lejos en su deseo de conocer y experimentar en el campo de las ciencias de la naturaleza, efectuando en el 1728 una memoria encaminada a eliminar la causa de la enfermedad del azafrán que assolaba los campos de

(1) DIDEROT y D'ALAMBERT: *L'Encyclopédie ou Dictionnaire des Sciences, des Arts et des Métiers* (1780). Aquí se dedica un capítulo completo a la construcción y a la arquitectura naval denominado *La Marine*, y en este trabajo colabora el que fue comisario de Marina del puerto y arsenal de Rochefort, y después de Brest, André François Boureau-Deslandes, que coincidió con Duhamel cuando éste era inspector general de Marina.

(2) Los viajes transoceánicos de carácter científico de La Pérouse, Louis Antoine Bougainville (1767) y de La Condamine (1735), que publicó en 1751 *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'équateur*, en cuyo viaje se embarcaron los marinos españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa, abrió las puertas al conocimiento de la realidad indiana a la sociedad francesa. Los jardines de Versalles y el *Jardín des Plantes* del Rey se llenaron de la planta y las flores del pimiento y del tomate, además de maderas de colores y vetas preciosas como el ébano, caoba y palosanto que ornaron con los muebles fabricados con ellas los palacios de la aristocracia ilustrada francesa, mientras las damas de sociedad coloreaban las láminas de árboles, flores y plantas de allende los mares. La «Florigelia» fue una afición, que se extendió en el siglo XVIII, consistente en la edición de libros que contenían árboles y plantas pintados del natural. Otros viajeros compitieron con los navegantes franceses, como Malaspina (1789), napolitano al servicio de España, y el inglés Cook (1778).

Es a partir del año 1727 cuando el conde de Maurepas promueve su ingreso en la Administración francesa —participando en la ambiciosa política naval que por entonces desarrolla nuestro país vecino—, para que se encargara de mejorar la calidad de las maderas utilizadas en la construcción naval a través de una serie de colaboraciones con la Secretaría de la Marina y la Academia de Ciencias, en lo concerniente a las piezas rectas como a las curvas con destino a la arquitectura naval, mediante la investigación teórico-práctica en el ramo de una silvicultura de carácter dendromórfico; en los aspectos de cultivo, guía, extracción de árboles y de la elaboración de las correspondientes piezas, abarcando la contratación, tarifación, recepción, labra y puesta en servicio, etcétera (3).

En esos avatares de la investigación dasonómica empleó sus esfuerzos, siendo designado inspector general de la Marina francesa en el período comprendido entre el año 1739 hasta el año 1752, creando durante el mismo,

Trabajos como los de Berthoud, en el año 1753, con *Essai sur l'horlogerie dans lequel ou traite de cet art relativement à l'usage civil, à l'astronomie et à la navigation, en établissant des principes confirmés par l'expérience*, Musier, Panckoucke...

Antonio Cavanilles (1745-1804) se formó en París en el *Jardin des Plantes*, y de esa labor desarrollada se conoce *Monodelphine classis dissertationes decem* en el año 1785.

En el año 1787, la Secretaría de Marina e Indias crea un Jardín Botánico de aclimatación de plantas, bajo la Jurisdicción de la Marina en Cartagena, al cuidado de Gregorio Vacas.

(3) DUHAMEL: *Siembra y plantíos de árboles y de su cultivo...* (1805).

En el Libro Quinto (*de los bosques de gran extensión*) hace referencia detallada a las experiencias en la siembra y cultivo de los bosques de Orleans y de los experimentos llevados a cabo por Mr. De la Houliere cerca de Perpignan, de las siembras de Mr. Brue en Anjou y de los trabajos realizados por el conde de Roquefeuil en la Bretaña y del conde de Chaussée en sus Estados de Clermont, del método para hacer grandes repoblaciones, plantando y sembrando al mismo tiempo en Maintenon y en los montes de Roumay, en Normandía. También incluye las condiciones mercantiles de una contrata, del 16 de noviembre de 1751, entre el director general de Eaux y Forêts de Francia y los asentistas encargados de repoblar 2.500 fanegas de tierra en los bosques de Saint German, en Laye, pertenecientes al rey. En el Libro Sexto, en su capítulo IV, trata de las *Reglas que deben observarse en el gobierno de los Montes*, para que el público no carezca de maderas de servicio y en donde hace las siguientes observaciones: «... quando se hallan los bosques en territorios muy distantes del mar y ciudades populosas, y en donde tampoco hay ríos navegables, ni caminos á propósito para el arrastre de maderas, es mucho mejor atender á promover las fábricas, que dexar que se pierdan los árboles...», haciendo una alusión directa a la «*filières bois*», tan en boga en las políticas forestales actuales, junto a una economía sostenida de los recursos naturales, en este caso, la madera para su uso en piezas para la arquitectura naval. Para Duhamel, la ciencia deja de ser un arcano y el vulgo se convierte en público a través de la divulgación científica, abriéndose una puerta para la vulgarización de la ciencia (*civium salutati et oblectamento*).

MAUREPAS: *Memoires de la Marine francaise* (1732): «... Francia cuando comenzaba el último tercio del siglo XVIII tenía la fortuna de escoger entre sus mejores estadistas al famoso Colbert, que fomentó la construcción de vasos en los astilleros nacionales por medio de franquicias bien entendida y premios justificados, aumentando la Marina de guerra hasta el prodigioso número de 800 buques; de ellos 110 navíos de línea, con un personal de casi 100.000 entre jefes, oficiales, clases, y tropa de marinería e infantería en el año de 1692...».

Edición Real. *La Administración del marqués de Pombal, Secretario de Estado y Primer Ministro del Rey José I* (1788). «... El Plan de una Marina relativa á las fuerzas de un Estado marítimo es una de las cosas más difíciles de formar, porque no basta tener una grande armada sin tener asimismo los medios para su acción y movimiento...».

en 1741, la Escuela de Constructores de la Marina en París, que se transformó en 1765 en la Escuela de Ingenieros Navales por la Ordenanza de 26 de marzo, ocupando la dirección de la misma hasta su muerte en el año 1782 (4). Fruto de esos esfuerzos es la publicación de su obra *Éléments de L'architecture navale, ou traité pratique de la construction des vaisseaux*, en el año 1752, que compite con los tratados de construcción naval de Blaise Ollivier, Pierre Morineau y Vial de Chairbois y que, como pone de manifiesto, es para «sellar los secretos del constructor naval» dándoles toda la difusión que con los medios de la época tuvo a su alcance para poner en manos de todos los constructores navales los conocimientos del arte de la arquitectura naval hasta entonces rodeado de un secretismo exacerbado, como se desprende del pensamiento de sir Williams Petty, arquitecto naval inglés, cuando decía: «Los secretos de la navegación perfecta son míos; que los descubra el que pueda».

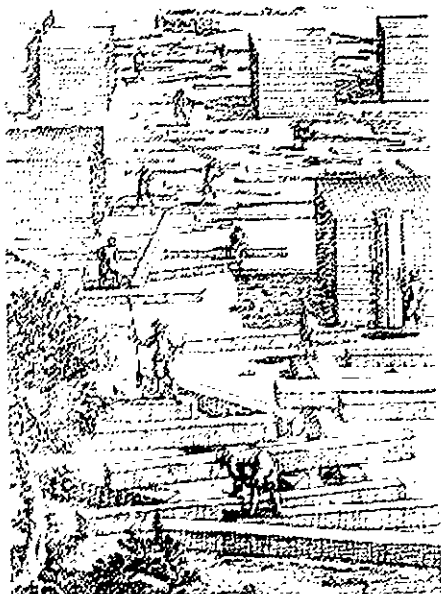
Transmite Duhamel en esa publicación las previsiones de desplazamiento del buque, el estudio de la estabilidad relacionando los trabajos al respecto de Bourquer y respondiendo a los conceptos de centro de gravedad, momentos del metacentro en la configuración del diseño de arquitectura naval, trazado de líneas y superficies de flotación, etc., que, con posterioridad, Frederik Chapman —que trabaja en los astilleros ingleses y franceses— utiliza y publi-



Elementos de Arquitectura Naval o Tratado Práctico de la Construcción de un navío.
H. L. Duhamel du Monceau. 1752.

El taller. *L'Encyclopedie*, de Diderot y D'Alambert.

(4) La primera escuela creada en Tolón se transfiere a París en 1741, siendo a impulso del duque de Choiseul, que fue secretario de Asuntos Extranjeros y ministro de la Guerra y de la Defensa Marítima entre los años 1758 a 1770, quien crea la Escuela de Ingenieros Constructores de Buques Reales y que, posteriormente se transforma en la Escuela Nacional Superior de Ingeniería Marítima. En España, esta política de fomento de la Marina en la formación técnica se produce en el mismo período, pues en el año 1770 se creó el Cuerpo de Ingenieros de Marina. (Estados de la Real Armada correspondientes al año 1828.)



Acopio y secado de maderas en el astillero.
L'Encyclopédie, de Diderot y D'Alambert.

ca en el año 1775 en su *Traité de la construction de vaisseau* (5).

Durante el largo período de dirección de la Escuela de Ingenieros Navales tuvo tiempo de escribir y publicar, en el año 1767, *Du transport de la conservati6n et de la force des bois...*, en el que Duhamel transmite su experiencia en cuanto a los porcentajes de maderas que se emplean en la construcción de los navíos y que estima en un 90 por 100 para madera de roble y el 10 por 100 restante para madera de resinosas («principalmente pino y abeto») y, en cuanto al empleo de piezas estructurales curvas y rectas, estima las cuantías en un 70 y un 30 por 100, respectivamente. También elabora tablas de tarifaci6n de piezas para su uso naval, delimitando las longitudes y espesores máximas y mínimas de las distintas piezas para la construc-

ci6n naval del 1765 en Francia, y que no pueden ser desconocidas por Romero Fernández de Landa en su *Reglamento de Maderas necesarias para la fábrica de los baxeles del rey y demás atenciones de sus arsenales y departamentos*, del año 1784, y también recogidas más tarde como informaci6n de carácter

(5) En el siglo xvii se usaron planos para la construcción de buques, así como modelos de tamaño reducido. Prueba de ello es que el Almirantazgo británico, en el año 1649, publicó una orden en la que se exigía a los constructores navales que, antes de presentar el proyecto de un navío de guerra, enviaran una maqueta del mismo.

Trabajos de carácter experimental y teórico se hicieron en España, como el realizado por Cosme Damián Churrucá en el año 1802: *Método para determinar todas las inflexiones de la quilla de un buque quebrantado, igualmente que la cantidad de su arrufo, en caso de que lo hubiese*. Al respecto, Jorge Juan dice: «El arte de construir ha tenido la desgracia de caer siempre en manos de un mero practicon que por no tener luces de Geometría y Mecánica, no conoce las propiedades de las líneas de fuerza, o entre las de un gran teórico que no sabe lo que son las fuerzas de la mar».

Los ensayos y pruebas después de la botadura y antes de comenzar su andadura marinera se llevaban a cabo en todos los astilleros, aunque los resultados a veces negativos de los ensayos no se tuvieran en cuenta, como lo demuestra por sus desgraciados resultados la botadura y puesta en servicio, en el año 1625, del navío succo de 64 cañones *Vasas*, que el primer día de su andadura, cuando el bajel, después de que sus cañones dispararan las salvas de salutaci6n, se escoró al salir del puerto de Estocolmo hundiéndose a continuaci6n con «su velamen, sus grímpolas y gallardetes y todo lo que llevaba encima». Según el testimonio del embajador danés, Erik Krabbe, en el naufragio perecieron más de 50 personas. El constructor del navío fue Hein Jacobson que, según parece, cometió errores en la estabilidad que se pusieron de manifiesto en las pruebas previas, como se ha mencionado anteriormente. A continuaci6n se realizaban «las

histórico por Pla y Ravé en el *Tratado de Maderas de Construcción Civil y Naval*, del año 1880.

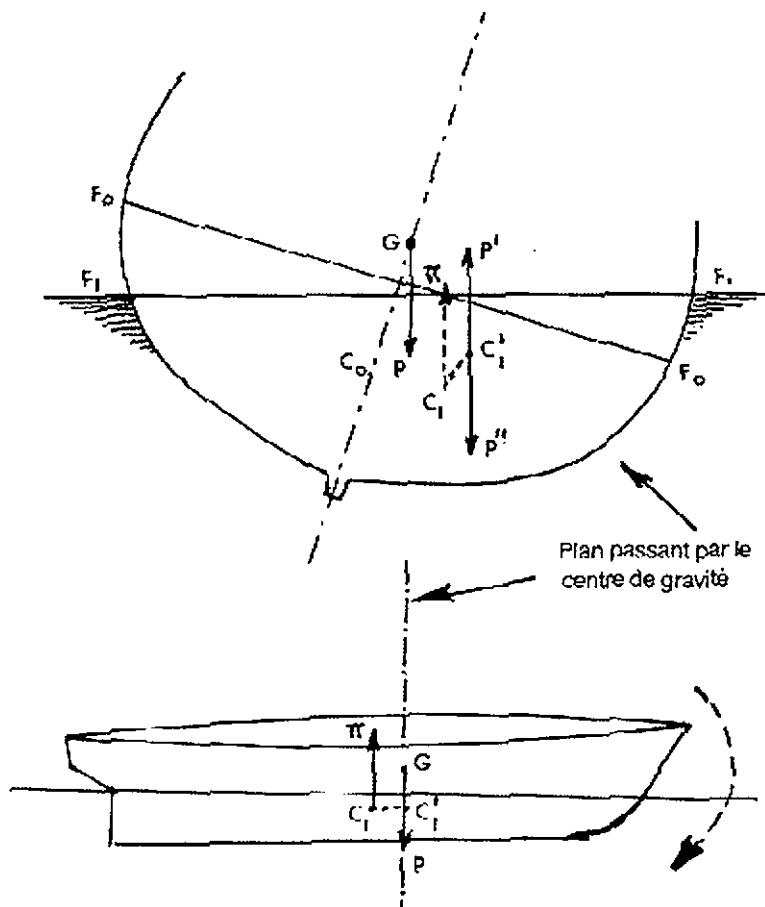
En cuanto a la labra (*L'aquarrissages de bois droits et bois courbes*) de la madera para su uso como piezas para la arquitectura naval, el caballero Duhamel comunica sus experiencias, que son recogidas en nuestras *Ordenanzas de Marina* de 1803, en donde entra en la discusión —con los datos comparados por los constructores y carpinteros ingleses y holandeses— al respecto de que tanto la primera como la segunda labra se ha de realizar a la llegada de los troncos al astillero, y no efectuarse antes de la saca de los árboles en el bosque, como se hacía en Francia y en España, cosa que ocasiona unas pérdidas en madera de casi un 50 por 100 respecto del procedimiento anterior, así como la mejor manera de secar las maderas y su posterior apilado en los correspondientes tinglados y almacenes de los astilleros, fruto de sus visitas a los astilleros de Inglaterra para obtener la máxima información, llevando a cabo múltiples experiencias en el tratamiento y protección de las maderas contra la «broma» y otros agentes xilófagos.

Pero no sólo esos temas científicos son tratados por Duhamel (de cuyo comentario nos ocuparemos más adelante), sino que también acomete otros tipos de trabajos como el aparejado de buques en su *L'Art de la corderie*, que publica en el año 1747, o *Mohines de conserver la santé aux équipages des vaisseaux*, en el año 1759, en donde —como su título indica— acomete el importante problema de salud que el largo confinamiento de las tripulaciones de los navíos produce en las mismas, buscando e investigando las medidas oportunas para una mejor asepsia y alimentación, y estableciendo en la Base Naval de Brest, en la Normandía, una Escuela de Cirugía en la que aplica los resultados obtenidos.

Otras veces encaminó sus esfuerzos en la busca de soluciones para actividades de gran importancia económica para su país, como pone de manifiesto en *Le Traité général des pêches et histoire des poissons*, en la que acomete la ardua tarea de describir las distintas artes de pesca utilizadas en su tiempo, obra que publicó en París, en el año 1777, con gran éxito en su difusión.

Pero no todo fueron éxitos sociales en la carrera profesional de Duhamel: en el año 1740, las carreras de Duhamel, y Buffon —autor de la *Histoire naturelle* (1749)— se separan; la colaboración que en un principio mantuvieron de forma intensa, desaparece, y lo que antes era una abierta amistad colaboradora se convierte en una hostilidad, por parte de Buffon, que trans-

pruebas de mar», que comprendían las de navegación, aguante de la vela (que era definitorio para capacidad artillera del buque), la carga equilibrada para reducir el quebranto estructural, las de gobierno y por último el examen de la solidez de la estructura y quebranto de cubiertas y carenas, que Bourger en 1746 y Jorge Juan, en 1771, habían puesto de manifiesto. PANCKOUCKE: *L'Encyclopédie Méthodique Marine* (1783). Recoge los trabajos de Jorge Juan sobre la resistencia de fluidos aplicados a la navegación de un buque, que serán desarrollados por el arquitecto naval inglés William Froude en 1870 y con anterioridad en los estudios teóricos de hidrodinámica de Bernuilli en 1738. Otras veces fue la aplicación correcta de los cálculos la que contribuía al éxito en la puesta en servicio del buque como encontramos en: CHABROIS, Vials du: *Traité élémentaire de constructions des vaisseaux* (1787). Allí expresa: «Calculs relatifs au métacentre: point au-dessus de la section moyenne du vaisseaux sous lequel le centre de gravité doit être nécessairement, si le vaisseaux peut parvenir à se tenir droit...».



Estabilidad del navío.

La hidrodinámica supone, a partir de Fournier y la publicación de su *L'Hydrographie* en el año 1643 y de los trabajos de Bouguer en su *Traité du Navire* (7) en el año 1746, que en el diseño del buque se descompone la carena en volúmenes elementales que sirven de base para acometer el cálculo del volumen total de desplazamiento, así como el cálculo de la longitud y ancho del mismo, de la forma de la situación y cantidad de armamento para determinar con fiabilidad suficiente teórica su línea de agua y darle al buque la estabilidad más conveniente. Todo ello lo aprovecha Duhamel para progresar, tanto

El marcado de los árboles (*martelage*) se realizaba mediante un chaspe con hachuela (*poiçon de hachette*) y un marco sobre el tronco (*avec l'ancre sur montée de la fleur de lys*) en los meses de octubre a marzo, en base a que se prohíbe a sus propietarios la utilización de dichos árboles.

(7) BOUGUER: *Traité du Navire, de sa construction et de ses mouvements* (1746).

en la forma de construcción de los navíos como en las formas de las piezas de madera para el ensamblaje, y en los tratamientos silvícolas que tiene que utilizar para obtener del árbol las formas más convenientes.

M. Tellés d'Acosta, «grand-maître des Eaux et Forêts» del Departamento de Champagne, es el que fija y unifica por última vez el sistema de unidades de medida antropomórficas para la construcción en los astilleros franceses, en el año 1780, con las *Instruction sur les bois de Marine*, hasta la posterior aceptación del sistema decimal cuando termina el siglo XVIII (8).

Con anterioridad, en el año 1671, se había creado el «Conseil de Construction» para los arsenales de Brest, Tolón, L'Havre y Rochefort, nombrándose un «Premier maître charpentier» en el año 1674.

Además, no es coincidencia que sea entonces cuando las distintas marinas europeas revolucionan el arte de la guerra en el mar, mediante la disposición en batalla naval por escuadras que adoptan la forma de frente de combate en línea, por lo que para mantener una conveniente y continua disposición de los navíos, éstos deben de desarrollar la misma velocidad, ser iguales de maniobreros y de un alcance de piezas de artillería similar.

En definitiva, se busca el diseño de navío normalizado que reúna las máximas prestaciones tanto marineras como ofensivas para acometer con éxito la guerra naval, además de introducir la construcción en serie con un considerable aumento de productividad en la industria naval.

Todo esto se traduce en innovaciones de carácter técnico que permiten a los constructores unos buques más grandes y mejor artillados. Se adopta el sistema estructural de la doble cuaderna, que confiere al armazón mayor consistencia, además del doble armazón, que incrementa el grosor de los costados hasta cantidades próximas a los 60 centímetros; las piezas estruc-

«La valeur de la surface de flottaison est liée au rayon métacentrique par une forle mathématique telle, que toute diminution de la première entraîne une diminution de la seconde. Lorsque la flottaison arrive au plat-bord ou que l'eau pénètre par les sabords, la largeur de flottaison diminue brusquement. La développée p' au chavirement, par exemple le navire *Vasa* dans le port de Stockholm». La influencia de los trabajos de Renan, Huygens, los hermanos Bernuilli y Leibniz, en el campo de la ciencia de los fluidos y de la geometría, fueron imprescindibles para la mejora en la puesta en servicio de los buques a lo largo del siglo xv.

CHAPMAN, F.: *Architectura Navalis Mercatoria* (1781).

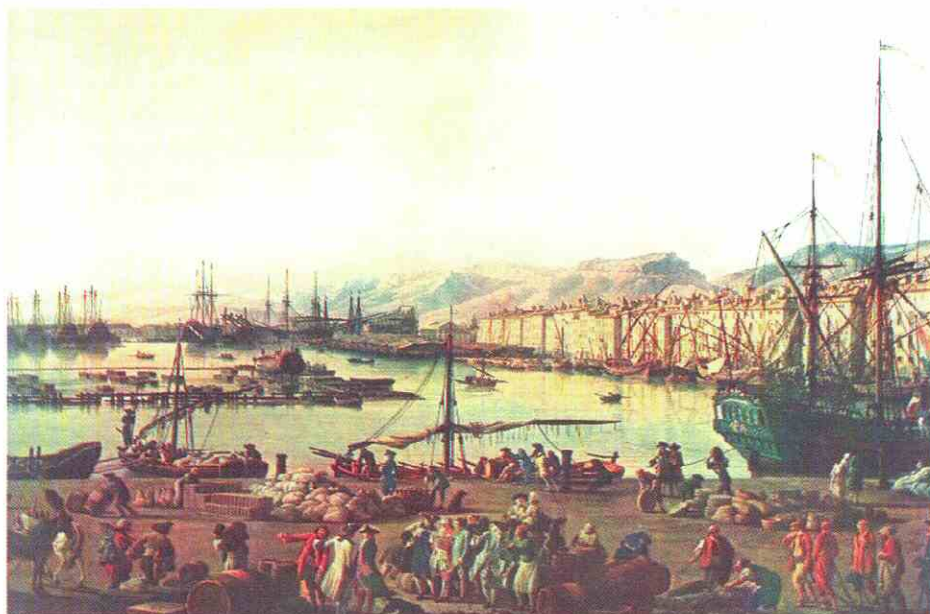
VERNOUILLE, J.: *Essai d'une nouvelle théorie de la manœuvre des vaisseaux*.

(8) D'ACOSTA, Tellès: *Instruction sur les bois de la Marine* (1781), en que relaciona medidas como el estereo y la pieza con el pie cúbico, además de determinar la labra de la madera a un quinto de la circunferencia teórica del tronco del árbol.

GOUJON, M.: *Des propres aux constructions navales. Mannuel à l'usage des agents forestiers et Maritimes* (1803), además de otras disposiciones como: *Les bois propres au service des arsenaux de la guerre et à la fabrication de la poudre à canon. Des bois particuliers, propres aux construction navales ou de la guerre*.

DUPONT, M.: *Tableau des proportions établies au tarif de Brest des 16 novembre de 1765 reduites en mesures métriques conformément au Tableau extrait des Bureaux de la Marine* (1779).

El sistema de alistamiento en la Marina francesa se debe a la *Ordonnance* del año 1696 de Colbert.



Vista del puerto viejo de Tolón por Vernet (1714-1789). Museo de la Marina, París.

turales pueden construirse de mayores dimensiones mediante la mejora de técnicas de ensamblado tanto en «cola de milano» como en «rayo de Júpiter»; se generaliza el timón de rueda, que sustituye a la barra horizontal, más complicada en su manejo a la vez que más endeble como medio de gobierno en el navío; se incrementa el empleo de las bombas de achique mejorando sus diseños y se estandariza en lo posible el complejo sistema vélico, creando otras nuevas como el estay. En este período se llegan a desplazamientos que oscilan entre las 1.200 toneladas en los navíos de «3.ª clase» hasta las 4.000 toneladas y más de los de alto porte.

Ya en el año 1669, Francia bota al navío *Soleil Royal*, dentro de los planes de Fomento de la Marina del primer ministro del Rey Sol, Jean Baptista Colbert, con una eslora de 61 metros y armado de 106 cañones con tres puentes de baterías y desplazando 1.630 toneladas. Con un velamen de los más complejos de su época, constaba de 10 velas cuadradas, incluida la cebadera y contra cebadera en el bauprés y una gran vela latina en el palo de mesana. Coetáneo con este navío fue el inglés *Royal Sovereign*, conocido inicialmente con el nombre de *Sovereign of the Sea*, construido en el afamado astillero de Chaphan Dockyard, de 71 metros de eslora, armado con 106 cañones en tres puentes y desplazando 1.637 toneladas (9).

(9) Los ingleses Phineas y Peter Pett construyeron el navío *Sovereign of the Sea* en el año 1637, durante el reinado de Jacobo I y de Carlos I Estuardo, pasando dicho buque por múltiples modificaciones en su diseño y carenas tanto en los astilleros de Woolwich como en Chatham.

Durante ese período la construcción naval francesa acomete una ingente tarea de construcción en sus principales astilleros de los que destacan Tolón, Marsella, La Rochelle y Brest, en donde ejerció durante cierto tiempo la profesión de marino Duhamel du Monceau. De unos y otros astilleros salieron navíos como el *Plutón*, *Fougueax*, *Intrépide*, *Redoutable*, *Héros*, *Mont-Blanc*, el *Duguay-Trouin*, *Scipión*, *Berwick*, *Acilles*, *Argonaute* y *Aigle*, todos ellos de 74 cañones, porte más utilizado por la Marina francesa, además de otros como el *Indomptable*, el *Bucentaure*, el *Formidable* de 80 cañones, y el *Neptune* de 84 cañones.

El diseño de arquitectura naval que adopta Francia, y del que es artífice Duhamel desde el astillero de Brest, en la costa normanda, se plasma en 1752, cuando interviene —desde la dirección de la Escuela de Constructores Navales— directamente en la edición de la *Tabla de Proporciones y construcción* de *La Couronne*, navío de 80 cañones, de diseño más robusto que los construidos por los carpinteros ingleses y dotado de una artillería de mayor alcance, en detrimento de su capacidad para la maniobra y su velocidad.

La robustez en la construcción se traducía en navíos más pesados de conformidad con la filosofía imperante en la Marina francesa, que consideraba al buque como un ingenio portador de mucha artillería, acompañado de fuerzas de infantería para el abordaje y apresamiento de la nave enemiga, una vez que ésta quedaba inerte debido al desarbolado producido por el efecto de las bocas de fuego; en cambio, la Marina británica construía buques más ligeros para un ataque rápido, mediante el cual sus andanadas de baterías producían daños en las bordas y en el alcázar de popa del enemigo hasta su inutilización o hundimiento.

En España, nuestra Marina participa de ambos modelos, como el denominado vulgarmente «a la inglesa», de Jorge Juan, y el del constructor francés Francisco Gautier, adaptando los 74 cañones.

La historia es la que sigue: después del Plan de Fomento de la Marina del marqués de la Ensenada, y de la existencia de la Junta de Constructores presidida por Jorge Juan, en 1752, una vez acabado su viaje a Inglaterra en el año 1748 y tras su trabajo en los diseños navales de David Howell y Thomas Williams y sus 68 cañones, de los que se botaron seis que llevaban un 50 por 100 de más madera que el diseño «a la española» de Gaztañeta,

Constructores afamados de la época fueron Anthony Deane, al cual se deben numerosos buques de «tercera clase» además de ser el autor del libro *Doctrine of Naval Architecture*, y Thomas Slade, que diseñó el *Victory*, que se botó en 1765 (copiando *Las Proporciones* de Gaztañeta a resultas de la captura del navío *Princesa*) y que participó en la batalla de Trafalgar al mando del almirante Nelson. Según Pujante, en el siglo XVIII, los ingleses desarrollaron un navío más pequeño usando como método de construcción un ensamblaje de tipo modular, haciendo más rápido su armado estructural, que recibió en España la denominación de «construcción a la inglesa». Los primeros navíos que construyó Antonio de Gaztañeta Iturrizalaga (1656-1728), en el astillero de Guarnizo, eran de porte de «60 cañones», según su tabla de *Proporciones más esenciales para la fábrica de navíos y fragatas de guerra que puedan montar desde 60 hasta 100 cañones, con la explicación de la construcción de la varenga maestra, plano y perfil particular de un navío de 70 cañones con los largos, gruesos y anchos de los materiales escritos de orden del Rey. Mandado observar por Real Cédula de 13 de mayo de 1721.*

según se desprende del *Estado de Maderas de roble necesarias para fabricar un navío de 68 cañones*, se produce un proceso de búsqueda por la Marina española de prototipos y diseños franceses a través de las teorías y prácticas en la arquitectura naval de Bouguer, Duhamel y Eulet.

Con la caída en desgracia de Ensenada, gracia a las intrigas del embajador inglés Keene ante la Corte, se llega a un colapso en la construcción naval «a la inglesa».

El nombramiento como secretario de Marina e Indias del baylío Frey Julián de Arriaga, en el año 1754, inicia el período de influencia de la Escuela de Constructores Navales franceses que dirige Duhamel.

La Corona española contrata a François Gautier, en el año 1765, quien introduce en España el llamado «método francés», consistente en la construcción de barcos más grandes y más veleros, de menos estabilidad pero más rápidos. En Guarnizo construye seis navíos de porte de 70 cañones, siendo nombrado en 1769 director general de Construcciones y Carenas, cargo y cometido similar al de Duhamel en París.

Por enfrentamientos con la Administración de la Marina española, Gautier se retira en 1782, cogiendo el timón del relevo su antiguo segundo en el astillero de Guarnizo, Romero de Landa, y años más tarde, en 1791, Julián Martín Retamosa, que continúa con la construcción de buques «a la francesa».

El sistema de construcción «a la francesa» recibió la oposición de Jorge Juan, e incluso algunos expertos en temas navales le atribuyen a dicho diseño parte del fracaso de nuestra Marina en Trafalgar, en el año 1805.

El navío de línea de diseño francés en España

La construcción tradicional de los carpinteros de ribera experimenta una transformación en el siglo XVII como consecuencia de la batalla de Gabbard, en el año 1653, entre las escuadras inglesas y holandesas, en que se generaliza la práctica en combate de la disposición en línea de las flotas.

Se iniciaba un importante cambio en el diseño de los navíos y se planteaba la necesidad de una clasificación de los mismos.

Es Colbert el que acomete dicha empresa, dividiendo los buques de la flota francesa en cinco clases, correspondiendo a la «premier rang» aquellos de mayor porte, como el *Soleil Royal*, de 120 cañones, la *Reine*, de 104 cañones y el *Royal Dauphine*, de 100.

Anteriormente la Armada francesa había contado con buques de alto bordo, como el *Couronne*, botado en 1638 y armado con 68 cañones, y el *Royal Louis* de 120 cañones y con un desplazamiento de 2.000 toneladas y una eslora de 55 metros.

Se aumenta la eslora de los buques de dos puentes para permitir el montaje de 40 cañones por banda, con los problemas que ello representa para el quebranto del casco en la tendencia a bajar la proa y la popa respecto al centro, dada la menor flotabilidad de los extremos. Ensayos al respecto se

llevaron a cabo con el *Commerce de Marseille*, navío de 118 cañones construido en el arsenal de Tolón, en el año 1786, que medía 63 metros de eslora en la cubierta de baterías y que presentaba un mal gobierno en la mar.

En cuanto a la artillería que se montaba en los buques, se produjeron grandes progresos a partir del año 1715, en que la fundición de los cañones se hacía de una sola pieza, maciza, taladrándose y puliéndose con posterioridad para conformar el tubo y la boca; de este modo se podían volver a usar los moldes y así producir las piezas en serie con más facilidad. Además, el empleo de carbón de coque en la fundición de los altos hornos de las fábricas de artillería mejoró considerablemente la calidad del material fundido, aumentando las prestaciones de las piezas construidas tanto en el alcance como en la penetración de los proyectiles.

Es en Francia en donde se desarrolla, durante el siglo XVIII, el navío de dos puentes y 74 cañones, que se convierte en el más característico de su época por sus excelentes prestaciones en maniobra y la óptima utilización de toda su potencia de fuego (10).

El Almirantazgo inglés copió el modelo francés a resulta de la captura, por el almirante Anson, de los buques con dichas características *Invincible* y *Courageux*, en 1747 y 1751, respectivamente. Así, se construyen en los astilleros británicos dos series completas de unidades de ese rango, la *Dublín*, de 1.550 toneladas, y la *Bellona*, de 1.615 toneladas, por los constructores Th. Slade y W. Bately, siendo el resultado los navíos *Ajax*, *Orion*, *Minotaur*, *Spartiate*, *Mars*, *Revenge*, *Swiftsure*, *Défiance*, *Thunderer*, *Defence*, etc.

Como consecuencia de ello, en el año 1794 las líneas de combate de las flotas de Francia e Inglaterra estaban compuestas, en su mayoría, por navíos de 74 cañones.

En España, en el año 1765 y de la mano del constructor galo Gautier, colaborador del arquitecto naval Pierre Bouguer, se comienza en el astillero cántabro de Guarnizo una serie de seis buques de porte 70 cañones, coincidentes en gran parte con el diseño constructivo francés de los «74 cañones», en el período comprendido entre los años 1766 y 1769, con los nombres de *San Pascual*, *San Juan Nepomuceno*, *San Francisco de Asís*, *San Lorenzo*, *San Agustín* y *Santo Domingo*. Con el diseño mejorado ya con 74 cañones, Romero de Landa continúa con la construcción del *San Ildefonso* en Cartagena, en el año 1785, y en el año 1788, con el *San Telmo* y

(10) La clasificación de los buques de guerra franceses en cinco clases o «rang» se efectuó en el año 1674, experimentando una posterior modificación en el año 1689, asemejándose a la clasificación inglesa de «class».

BOUDRIOT, J.: *Le vaisseau de 74 canons. Traité pratique L'Art naval* (1780). Incluye en el trabajo las aportaciones teóricas de Duhamel, de Romme, de Bouguer y de Vial du Clairbois. BOUDRIOT y BERTI: *Le vaisseau de 74 à 120 canons. Étude historique* (1650-1850). BOUDRIOT, J.: *Architecture navale aux XVII et XVIII siècles*. VARGAS PONCE: *Vida de D. Juan José Navarro*. En ella se hace alusión a la adaptación en España del «sistema francés» por Juan José Navarro, marqués de la Victoria, héroe de la batalla de cabo Sicié. El marqués de la Victoria adaptó la obra del francés P. Hoste *Arts des Armées navales ou Traité des évolutions*, editada en Francia en los años 1697 y 1727.

San Francisco de Paula, construidos en Ferrol y Cartagena, respectivamente; *Europa e Intrépido*, en el astillero de Ferrol en los años 1789 y 1790; el *San Pelayo* en el arsenal indiano de La Habana en el año 1791, de igual fecha que el *Conquistador* en Cartagena; para terminar, la serie de ocho navíos que se inicia con el *Monarca*, en el año 1794, en el astillero de Ferrol.

Otros navíos construidos con igual diseño fueron: *San Leandro* botado en Ferrol el año 1787; el *Bahama* en el astillero de La Carraca, un año después, y el *Montañés* en Ferrol, en el año 1794.

Tanto el *Reglamento de Maderas* de Gautier con sus «70 cañones», como el de Romero Fernández de Landa, de «74 cañones», son coincidentes en formas, tamaños y número de piezas.

El éxito de dicho diseño, impuesto en Francia en el año 1750 y que aparece en España quince años después, se debe a ciertas características y ventajas, algunas de las cuales indicamos a continuación:

— La reducción a dos cubiertas de batería comportaba una reducción de la altura del casco y un aumento de su relación eslora/altura.

— Las secciones transversales de la carena en su máxima manga adoptan una superficie semicircular.

— El diseño comporta mayor estabilidad en función de la plataforma para los cañones.

— A igualdad de desplazamiento, los buques tenían un mayor francobordo y las portas cañones de la cubierta inferior quedaban más altas, lo cual permitía utilizar las piezas incluso con mar agitada, con el consiguiente aumento de su potencia de fuego.

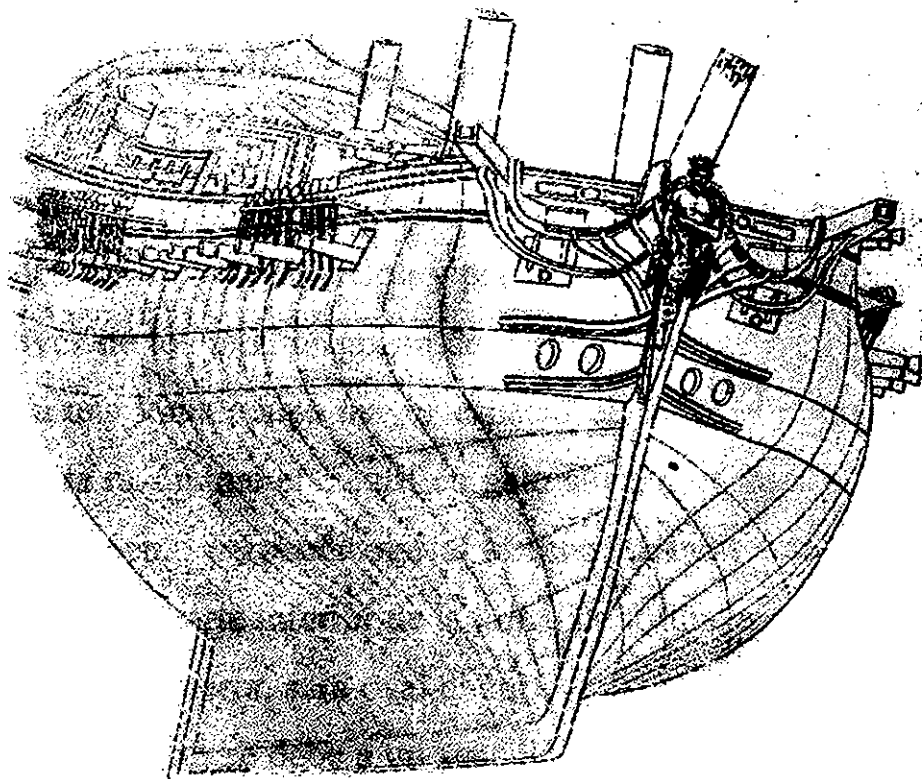
— La construcción y las carenas eran más económicas, a la vez que la mayor simplicidad en sus aparejos e instalaciones permitía gobernar la nave con menor número de tripulantes.

— Las mejoras en el tipo de ensamblado de piezas estructurales, que permite obtenerlas de más longitud y sección y por lo tanto más robustas.

Las *Nuevas Normas de Proyecto* se impusieron sobre la construcción de navíos de «premier rang», que cayeron en desuso, imponiéndose la «deuxième rang» y la «troisième rang», con portes de 80, 74 y 64 cañones dispuestos en dos puentes y armados con piezas de artillería de 32 libras de calibre, estableciéndose una puja entre los diseños de 80 y 74 cañones.

El ingeniero naval Chapman adoptó las formas de carena de 74 cañones sobre cascos más estilizados, que se aplicaron en los astilleros escandinavos. No obstante, los franceses botaron, en el año 1780, cuatro unidades de «premier rang», reemprendiendo un ambicioso programa de construcción naval por medio de Jacques-Nöel Sané, echándose a la mar 16 navíos de 118 cañones y dos navíos de 110 cañones entre 1776 y 1815.

Otro de los diseños genuinamente francés es la «frégate», que aparece en la Marina francesa en el decenio comprendido entre 1740 y 1750, extendiéndose



Fragata. Herbin de Halle, 1815.

dose su construcción y uso al resto de las flotas de los países europeos y de Norteamérica (11).

Las características de este diseño francés son impensables para su utilización en disposición de «línea de batalla», y más bien ideadas para la protección y descubierta por:

— Casco ancho y bajo, capaz de llevar de 24 a 38 cañones de 9 a 12 libras de calibre en una misma cubierta.

— De amplias posibilidades de maniobra y de altas prestaciones por velocidad.

— Adaptadas al servicio y a la acción e intervención individual.

(11) *Frégate: vaisseaux de guerre au-dessous de soixante canons, en général à une seule atterie sans y comprendre celle de leurs gaillards. Ces bâtiments sont un peu plus longs que les autres, ils sont légers à la voile, et peu chargés de bois, n'ayant ordinairement que deux ponts.* El origen de la palabra fragata es griego, *aphracta*, que quiere decir «abierta». BOUDRIOT, J.: *Histoire de la frégate française (1650-1850)*. ROMERO DE LANDA, J.: *Plano de una fragata de porte de porte de 34, del calibre de a 12 en batería y cuatro en el alcázar (1785)*.

Para terminar, existen opiniones opuestas respecto a la época de implantación en España del diseño de «74 cañones» francés, y así Pascual O'Dogherty asigna al diseño de construcción «a la inglesa», de Jorge Juan, un elevado número de buques con porte de «74 cañones», como los navíos *Oriente* y *Guerrero* construidos en 1751, siendo este último dado de baja en 1844, después de casi un siglo de servicio activo, y el *San Genaro*, en 1766, cuando ya está en España el arquitecto naval Gautier. Continúa el historiador diciendo que se construye «a la inglesa» hasta el año 1770, contruyéndose «a la francesa» en el período que va de 1770 a 1782, para después continuar de nuevo «a la inglesa» con Romero de Landa. Por tanto, asegura que en 1773 se inició con el sistema francés la construcción de los «74 cañones» *San Pedro*, *San Pablo* y *San Gabriel*, y con Romero de Landa de nuevo, con el diseño a la inglesa, los «74 cañones» *San Ildefonso*, en 1785, y con Retamosa el *Montañés* en el año 1794.

Las otras opiniones son las del investigador Juan García Agudo y la historiadora Melero Guilló, que sitúan la construcción de los buques según el diseño francés coincidente con la llegada a España de Gautier en el año 1765, y que a su vez tuvo continuidad con Romero de Landa, como se deduce en la coincidencia de piezas de sus *Reglamentos* de «70 cañones» y de «74 cañones», respectivamente, aunque esto no excluye que el diseño «a la francesa» no experimentara modificaciones.

Duhamel, investigador de las maderas para el uso naval

Es Duhamel el primer investigador que acomete la ardua tarea de efectuar múltiples ensayos con distintas maderas para encontrar dentro de un proceso de selección de carácter dendromórfico, la mejor pieza o escuadria para su uso y empleo en la arquitectura naval.

Define y determina la situación, el lugar, el suelo, la exposición y el clima así como la dirección de los vientos dominantes, para conocer las características de las maderas obtenidas, y así nos dice que «... en los países cálidos, las maderas son más duras y más sólidas que en los países fríos...» como el guayacán, la pasionaria, el caobo y la ceiba, entre otros.

En cuanto al efecto que se produce debido a la situación y posición de los árboles en el terreno, en un principio los declives de los montes gozan de particulares ventajas, considerando que un árbol situado en una loma ocupa mayor espacio de tierra que otro de igual magnitud puesto en el llano. La razón que el científico galo alegaba para tal aseveración es que al ser el árbol de crecimiento perpendicular al terreno, cuando éste forma con la horizontal un ángulo agudo con la parte inferior de la loma, de forma que, si corta un árbol el declive de una colina a flor de tierra, será oval el corte y al contrario, el de un árbol cortado en la llanura será redondo. Esto se debe a un sencillo problema de intersecciones de superficies, pues en el primer caso el corte es oblicuo, y en el segundo es horizontal con la generatriz del cilindro.

En cuanto a la influencia que tiene la exposición a que está sometido el árbol, manifiesta «... que esto se guarde en toda la planta que se pusiese o transpusiese, porque de otra manera hacerse muy mal poniendo la que estaba usado al sol, hacia el frío, y la que estaba usado al frío, poniéndolo hacia el sol...».

También acomete Duhamel los siguientes experimentos con madera de roble pedunculado (*Quercus robur L*), de una edad de sesenta años, preparado en trozos de madera de albura de exposición norte y mediodía en el árbol, introduciéndolos en un recipiente con agua y observando que el trozo de exposición de mediodía se sumerge, mientras que el trozo expuesto al norte flota en la superficie del agua. La consecuencia inmediata es que la madera con exposición en el árbol al mediodía es más compacta en razón de una mayor densidad. Al día siguiente, ambos trozos están en el fondo del recipiente, a continuación los pesa con una balanza y el de mayor peso es el trozo de exposición norte, por contener más agua debido a la mayor proporción de poros.

En otro experimento que acomete utiliza también madera de roble de unos sesenta años, de la cual toma cuatro trozos, correspondientes dos a dos a exposiciones de norte y mediodía; todas pesan igual (64 g) las introduce en agua veinticuatro horas y las vuelve a pesar, obteniendo mayor peso en los trozos expuestos al norte por su mayor contenido en poros como ya demuestra en el experimento anterior, pero con un menor peso anhidro, lo que vuelve a demostrar la mayor o menor compactibilidad de las maderas en función de su exposición en el árbol.

De todo esto el investigador francés obtiene las siguientes conclusiones: «... La madera de exposición al mediodía del árbol es ciertamente menos porosa y por tanto más sólida que la de exposición al norte...».

En términos científicos, el investigador ilustrado confunde la compactibilidad de la madera con la densidad, pues el mayor número de poros disminuye la densidad pero no su incidencia sobre la compactibilidad, problema que hubiera quedado resuelto pesando madera seca a volúmenes iguales, y soslayando así la porosidad.

Otras veces los experimentos de Duhamel se encaminan a la observación del comportamiento del clima sobre la madera de los árboles que se crían en espacios abiertos: «... Al ser más batidos por los vientos en exposición por todas sus partes, la madera es más firme, de buena calidad y excelente, con especialidad para resistir a los rozamientos a las máquinas en que se emplea, y para las otras obras, que exigen resistencia y también producen para la Marina piezas curvas o de vuelta y resistente largo tiempo a las injurias del ambiente...», y continúa diciendo: «... Cuando dichos árboles son vetisegados rara vez con ellos se pueden formar grandes vigas, ni para madera rajadiza ni para hacer obra primorosa de ensamblador...».

Afirmando con rotundidad que: «... La madera es más dura, más firme y generalmente de mejor calidad las maderas cuyos árboles hayan estado expuestos a mediodía». Y en cuanto a los árboles con exposición al norte: «... Comúnmente están bien guiados, con lo que se crían más derechos, pero

pasa por más blanda su madera, pudiéndose también añadir que crecen más lentamente porque los baña poco el sol que es el móvil de la sabia...».

Haciendo referencia directa al empleo de las maderas para la construcción naval, Duhamel dice: «... Yo he visto navíos fabricados en madera de roble de Provenza, que a los 40 años y más botados al agua, tenían todavía sus miembros y ligazones muy sanas, y creo que se debe asentar como un principio general que en igualdad de circunstancias relativas al terreno, la especie y la edad, será tanto mejor la madera de roble, cuanto más caliente sea el país donde se crió el árbol, por lo que las maderas que se traten de provincias más frías, en donde regularmente el aire es más húmedo, llevan la ventaja de ser más largas y esto es lo que obliga a emplearlas en las piezas que requieren crecidas dimensiones...» (12).

Todos estos experimentos llevados a cabo conducen a la determinación de criterios de selección de los árboles y, por tanto, de sus maderas de carácter tecnológico sobre la base de una determinada morfología del árbol en pie, en busca de unas características mecánicas adecuadas.

Su influencia en la ciencia y en la técnica española

De la mano de los Pactos de Familia de las Casas de Borbón reinantes en Francia y en España, y salvados los escollos de beligerancia entre ambos países que terminó con nuestra hegemonía en Europa por la Paz de los Pirineos en el año 1659 después y de la derrota de los tercios españoles en Rocroi y de los sucesivos tratados —como el de Aquisgrán en el año 1668 y Nimega diez años después—, y de la guerra de 1719, se llegó a una apertura amplia en las relaciones de ambos países en el año 1761, que trajo como consecuencia la llegada de conocimientos de carácter científico durante el siglo XVIII del otro lado de los Pirineos, desembarcando por emplear términos náuticos las publicaciones que en materia de agronomía, pesca, botánica, náutica, economía y filosofía allí se editaban.

Además, los ilustrados españoles se tomaron la tarea de traducir muchos libros del país vecino, siendo un ejemplo de ello el profesor y director del Jardín Botánico de Madrid, don Casimiro Gómez Ortega, académico a su vez de las de Francia y Florencia, además de las Reales de la Historia y Medicina de Madrid, que nos hizo llegar del idioma de Molière al de Cervantes las obras del caballero Duhamel du Monceau.

Y así, en el año 1772 e impreso por Ibarra, se publican en Madrid en dos tomos la *Physica de los árboles en la qual se trata de la Anatomía de las Plantas y de la Economía vegetal ó sea Introducción al Tratado General de Bosques y Montes con una Disertación sobre la Utilidad de los Métodos*

(12) HALLE, Herbin de: *Des bois propres au service des arsenaux de la Marine et de la guerre* (1815). «Les expériences ainsi faites par Duhamel provient que les bois d'Italie et d'Espagne sont meilleurs que ceux de l'intérieur de la France...»

Botánicos: Escrita por el célebre Mr. Duhamel du Monceau y traducida al castellano con varias notas, un largo título a más pormenorizado pero que no deja dudas sobre su contenido y al que acompaña en la edición un prólogo de considerable extensión del traductor. Años más tarde, en 1805 y de la mano del mismo traductor, se imprime por la Imprenta Real el *Compendio del Tratado del célebre Duhamel du Monceau sobre siembras, plantíos de árboles para su cultivo o medios de multiplicar y criar árboles, de plantarlos en espejillos y alamedas, de formar montes y bosques y de conservar y restablecer los deteriorados*, y que, como explica en el prólogo el traductor, sirve para informar en su contenido a la «Memoria o Plan de Nueva Ordenanza de Montes compuesta de Orden de la Real Sociedad Económica de Sevilla para la Nueva Ordenanza de los Arbolados de Marina que se ha insertado en la Real Cédula de 27 de Agosto de 1803, cuya observancia se ha mandado tan justamente suspender hasta que estén concluidos los Estados Topográficos de aquellos Montes por la Real Cédula de este año...» y como recoge de boca de Croix y Vidal en la citada Memoria: «...las obras de Mr. Duhamel son muy voluminosas y científicas... un compendio de sus resultados sería utilísimo y lo considero absolutamente preciso para la dirección de los empleados en el ramo de Montes...» (13).

Pues bien, no sólo estas obras de agronomía, economía, botánica y silvicultura fueron de común uso en los centros universitarios españoles, sino que otras que no tuvieron tan amplia difusión, por su carácter más específico y tecnológico, no fueron por ello menos útiles a la industria española del siglo XVIII, refiriéndonos al respecto a *Éléments de L'architecture navale ou traité pratique de la construction des vaisseaux* que, aunque publicado en Francia en el año 1752, a nosotros nos llegó bastante más tarde, de la mano de Francisco Gautier, que comienza a construir para nuestra Marina los navíos de porte de 70 y 80 cañones que ya había construido Duhamel en el astillero de Brest (14).

(13) *Real Ordenanza para el Gobierno de los Montes y Arbolados de la Jurisdicción de Marina*. Imprenta Real, 1803. Esta norma es la consecuencia de la *Memoria o Plan de Nueva Ordenanza de Montes*. En la misma, en el Título I de los Montes y Arbolados en que se observase esta Ordenanza, en el artículo 37, se dice: «como el uso del carbón de piedra puede contribuir mucho a la conservación y prosperidad de los Montes, y es útil en los Arsenales, será privativo de la jurisdicción de este ramo el conocimiento de todos los asuntos relativos al beneficio de las minas que haya ó se descubran en la demarcación de esta Ordenanza». Científicos españoles fueron enviados a París en tiempos de Ensenada, como los geógrafos y cartógrafos Juan de la Cruz Cano y Tomás López, y a su vez se conocen los escritos científicos de Millet Dechales, Arnauld y Proust, entre otros. Louis Godin, académico francés que fue miembro de la expedición geodésica al Virreinato del Perú, fue nombrado, en 1753, primer director del Observatorio de la Marina de San Fernando (Cádiz). También se implantaron innovaciones de carácter técnico, como en el arsenal de Cartagena en el año 1773, para desaguar el dique de Carenas, instalándose una bomba accionada por una máquina de vapor, según el modelo de James Watt y siguiendo las instrucciones de Jorge Juan para su montaje, que era denominada la «bomba de fuego».

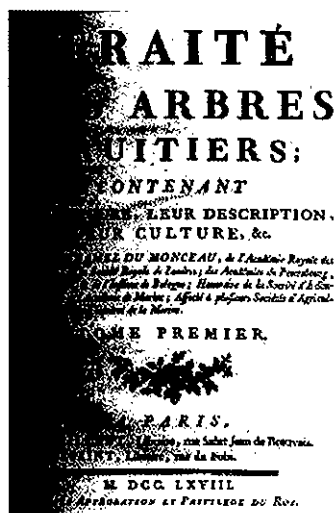
(14) DUHAMEL: *Éléments de L'architecture navale ou traité pratique de la construction des vaisseaux* (1752). Este trabajo aparece sesenta y cinco años después del ensayo de Dassié y junto al tratado de Blaise Ollivier en la construcción naval, siendo el origen para la fundamen-

Publicaciones y trabajos de Duhamel

El conocimiento de todo el trabajo científico de Duhamel du Monceau sobrepasa los fines de este trabajo, que sólo quiere ajustarse a la influencia que dicho autor tuvo, con sus publicaciones, en España durante el siglo XVIII y XIX, y en aspectos tan específicos como la construcción naval, tanto en lo relacionado con el propio diseño del buque como en los tocantes a la materia prima constructiva del mismo, la madera, en el proceso integral de la denominada *filière bois*, es decir, del tratamiento silvícola y dasonómico de las masas forestales y de los árboles como productores de piezas para el uso naval en una interrelación entre el bosque y el astillero.

Por tanto, sólo relacionaremos aquellas publicaciones, tanto en ediciones como en trabajos, que tuvieron eco en la ciencia y la técnica españolas durante el período ilustrado, con un pequeño apéndice en el siglo XIX, y que fueron por ello fuente de consultas en las incipientes universidades y escuelas científicas y Sociedades Económicas que tanto proliferaron durante el período de tiempo que estudiamos.

Para hacer más fácil una visión de la extensa bibliografía de Duhamel, se clasifica la misma por materias, y dentro de ellas, las obras aparecen según su fecha de edición:



Traité des arbres, de Duhamel.

Agronomía y Economía agraria:

— *Traité de la culture de terres suivant les principes de M. Tull, anglais* (1750).

— *Avis pour le transport par mer des arbres, des plantes vivaces, des semences, des animaux et de différents autres morceaux d'histoire naturelle* (1753).

— *Eléments d'agriculture* (1762).

tación científica de la arquitectura naval. Todo este trabajo es el fruto de la experiencia de Duhamel desde su designación como inspector de la Marina en 1739 y como fundador y director la Escuela de Marina, en París en 1741, hasta su fallecimiento en el año 1782, para poner el fin a lo que él llama «construcción aleatoria». En el capítulo VII se trata la «Prevision du déplacement d'une vaisseau» y en el capítulo X «L'Etude de la stabilité» (relacionado con los estudios de Bouguer y respondiendo a los conceptos de centro de gravedad, momentos de meta-centro, superficie de flotación, etc.). GAUTIER, F.: *Tratado de maderas y preparativos para la construcción de un navío de 70 cañones*. MNM mn.: 489 (1768).

— *Dimensiones de un navío de 70 cañones, construido en pies y pulgadas francesas* (1771).



— Memoria sobre la granza o rubia y su cultivo, con la descripción de los molinos para reducirla a polvo (trad. Junta General de Comercio, Madrid) (1763).

— Recopilació de las reglas principales sobre lo cultiu y preparació de la planta anomenada roja o granza altra de les més útils y necessàries al art de la tintura (trad. simplificada al catalán de la versión castellana de 1763) (1766).

— *Traité des arbres fruitiers: contenant leur figure, leur description, leur culture, &...* (1778).

Silvicultura, Dasonomía, Dendrometría Ordenación forestal Tecnología de la madera:

Traité de culture de terres suivant les principes de M. Tull, anglais, de Duhamel (edición alemana).

— *Tratado de las siembras y plantíos de árboles y de su cultivo, o medios de multiplicar y criar árboles; de plantarlos en espesillos y alamedas; de formar montes y bosques, de conservarlos y restablecer los que están deteriorados* (trad. de Casimiro Gómez Ortega de la edición francesa de 1760). En el año 1805 se publica una nueva edición en castellano, por el mismo traductor, con el título: *Compendio del tratado del célebre Duhamel du Monceau, sobre siembras y plantíos de árboles y de su cultivo* (1773).

— *Tratado del cuidado y aprovechamiento de los Montes y Bosques, corta, poda, beneficios y uso de sus maderas y leñas* (trad. de Casimiro Gómez Ortega de la edición francesa de *L'exploitation des bois...* de 1764) (1774).

— *Du Transport de la conservation et de la force des bois* (1767).

Pesca, Economía, Zoología y Acuicultura:

— *Le Traité général des pêches et historie des poissons* (1769-1782).

Botánica y Fisiología vegetal:

— *Mémoire qui visait à éliminer la cause de la maladie de safran* (1728).

— *Physica de los árboles, en la que se trata de la anatomía de las plantas y de la economía vegetal, o sea introducción al Tratado General de Bosques y Montes, con una disertación sobre la utilidad de los métodos botánicos* (trad. de Casimiro Gómez Ortega de la edición francesa de 1758-1760) (1772).

Arquitectura, Industria e Higiene naval:

— *L'Art de la corderie* (1747).

— *Éléments de L'architecture navale ou Traité Practique de la construction des Vaisseaux* (1752).



La pesca de la ballena, de Duhamel.

— *Mohines de conserver la santé aux equipajes des vaisseaux, avec la manière de purifier l'air del selles des hôpitaux, et unes curte description de L'hôpital Saint-Louis, à Paris* (1759).

De la relación de sus obras se desprende que aquellas no son el fruto de la improvisación sino que se crearon en la madurez del autor, tanto física como intelectual, como resultado de sus estudios y experiencias, al ser publicadas la mayoría cuando Duhamel sobrepasaba la cincuentena, además de llevarle,



Simbología de la recolección en el campo francés de Duhamel.

alguna de ellas, un largo período de elaboración, como la *Phisica de los árboles...* o el *Traité général des pêches...*

Conclusiones y aspectos más relevantes

Como se desprende del trabajo, la figura de Duhamel se agiganta como hijo del Despotismo Ilustrado, formando parte de la pléyade de figuras como Buffon, Montesquieu, Diderot, D'Alambert y otros, tanto por sus conocimientos como por las esencias filosóficas que proclamó Voltaire.

Duhamel, en su libro *De l'explotation des bois*, en 1764, hace un esbozo de «desarrollo sostenible» de las masas forestales francesas según los parámetros de

la época, con un fin claramente tecnológico como es el empleo de las maderas en la construcción naval.

Para ello, define y diseña las operaciones de guía, tala de árboles y aserrio de maderas, así como la puesta a punto de nuevas máquinas y herramientas incluso para el arranque y descuaje de árboles, e instrumentos para medir la altura de ellos, y procedimientos para el empleo de explosivos mediante cargas de pólvora controladas para el hendido de la madera de los troncos y de la configuración mediante plantillas de las piezas de uso en la construcción naval en la forma del árbol (15).

Además, Duhamel es consciente de que la construcción de buques de gran porte exigía el consumo de centenares de metros cúbicos de madera de buena calidad, especialmente de roble pedunculado, por lo que establece normas para el cultivo de los árboles para la obtención de madera en calidad y cantidad, como así lo indica en su libro *Des semis et de plantations...*, en el año 1760,

(15) DUHAMEL: *De la explotación des bois...* (1764). En esta obra contribuye a lo que se denominaban «ciencias útiles» y a la vulgarización de los conocimientos.

proponiendo soluciones para la obtención de semillas, preparación de viveros, construcción y diseño de vías de saca, etc.

Por último, este inspector de la Marina Real francesa, preocupado por el suministro de madera para los astilleros y arsenales, se dedica obstinadamente a la arboricultura y a la silvicultura, alcanzando en ellas la maestría propia de un experto en ambas; dirige a su vez la Escuela de Constructores Navales, germen de la futura Escuela de Ingeniería Naval, dando a conocer a través de sus escritos el arte de la arquitectura naval tanto en aspectos hidrodinámicos como en los de diseño estructural

Y termino este trabajo como lo empecé, celebrando el tricentenario del nacimiento del célebre Henri Louis Duhamel du Monceau, marino y caballero de Francia, miembro de numerosas academias, cuya laboriosidad, curiosidad y entrega al servicio de la ciencia y de la técnica alumbró más si cabe aquel Siglo de las Luces.

Bibliografía

- ANONYME: *Album de Colbert*, 1670.
- ARANDA, G.: *La política forestal en la Francia de L'Ancien Régime*, 1992.
- *La construcción naval en Francia durante los siglos XVII y XVIII*, 1995.
- *La carpintería y la industria naval en el siglo XVII*, 1999.
- *Técnicas aplicadas a las maderas para su uso naval: desarrollo histórico en España*, 2000.
- BOUDRIOT, J.: *Le navire marchand son L'Ancien Régime*, 1991.
- *Le vaisseau de 74 canons. Traité pratique d'art navale (1780)*, 1995.
- BOUGUER, P.: *Traité du Navire, de sa construction et ses mouvements*, 1746.
- CHAIRBOIS, Vials de: *Traité Elémentaire de la construction des vaisseaux*, 1787.
- DASSIÈ.: *Architecture navale*, 1695.
- DURANTI DE LIRONCOURT: *Construcción Practique des vaisseaux*, 1771.
- *Encyclopédie Méthodique Marine. 1783-1787*
- GAUTIER, F.: *Reglamento de maderas de roble necesarias para fabricar un navío de 70 cañones, conforme al sistema aprobado por su Majestad*, 1769.
- JUAN, J.: *Examen Marítimo Theórico Práctico o Tratado de Mechanica aplicado a la construcción, conocimiento y manejo de los navíos y demás embarcaciones*, 1771.
- LIMINIANA, A.: *Plano del navío San Ildefonso de porte 74 cañones*, 1801.
- ROMERO DE LANDA, J.: *Trazamento del plano del Navío del Rey nombrado San Ildefonso*. MNM. m. 6: 1209, 1787.
- *Traité de L'Administration des bois de L'Ordre de Malte*, 1757.
- Vocabulario Marítimo de la Escuela de Navegantes de Sevilla*, 1722.

Y, de manera general, todas las publicaciones y trabajos del célebre Duhamel du Monceau.