

NOTICIAS SOBRE AVANCES TÉCNICOS REALIZADOS Y REVISADOS EN EL ARSENAL DE CARTAGENA EN LOS SIGLOS XVIII Y XIX.

FEDERICO MAESTRE DE SAN JUAN PELEGRÍN

Resumen: Con la ordenanza de 28 de mayo de 1772, Carlos III instauró en los departamentos marítimos las llamadas juntas económicas o departamentales, cuyo objeto era la formación de una comisión presidida por el capitán general, y en la que tendrían presencia algunas de las máximas autoridades militares de los distintos ramos de la Marina en el ámbito departamental. Sus funciones eran, como por su nombre se indica, eminentemente económicas, aunque también podían intervenir asesorando al rey en aquellas cuestiones técnicas que fueran de interés ante una cuestión o en un momento determinado. Estas Juntas tuvieron una influencia determinante en la actividad naval de cada uno de los departamentos, prolongando su vida hasta bien entrado el siglo XIX.

Palabras clave: Junta Económica, máquinas, experimentación, inventores, Armada.

Abstract: With the ordinance of May 28, 1772, Carlos III established in the maritime Economic Meetings calls, aimed at the formation of a committee chaired by the captain general, and which would present the highest military authorities of the various Marina bouquets at the departmental level. Its functions were, as the name implies, essentially economic, but also advising the king could intervene in those technical issues that might be of interest to an issue or at any given time. These boards had a decisive influence on the naval activity of each of the departments, extending its life until well into the nineteenth century. In this text it is to study the action of the Economic Department of the Maritime Board of Cartagena since its establishment until the War of Independence, in which the naval activity in Spain almost disappears. Decisions with regard to the invention of new machines, materials testing, technical assistance to scientific.

Keywords: Economic Board, machines, experimentation, inventors, Navy.

El amplio y variado mundo de la investigación e innovación

La institución durante el siglo XVIII de los departamentos marítimos en España fue el origen de que en sus instalaciones y promovidas por las distintas juntas económicas que los dirigían, surgieran iniciativas investigadoras de todo tipo, que abarcaban cualquier aspecto relacionado con la construcción naval, el mantenimiento de los buques, su propulsión, el estudio de materiales y un largo etcétera, que abarcó un amplio abanico y convirtieron a estas instalaciones navales en centros investigadores de importancia dentro de España, que tuvieron como idea fundamental de su actuación, la experimentación concienzuda y la aplicación de la experiencia obtenida por sus componentes, militares de larga y conocida trayectoria en la Armada. De esta manera, se probaron nuevas máquinas, unas construidas por militares o por operarios artesanos destinados en el arsenal, otras por personas externas a esos recintos pero que las ofrecían al rey, quien a su vez las remitía a los arsenales, a uno o a varios, para que se probasen y dictaminase un grupo de expertos nombrados por las juntas sobre la validez o no de las mismas ¹.

De no menor importancia fue la investigación de los materiales usados en la construcción naval y de su mayor o menor idoneidad para los fines a los que se destinaban. Fueron importantes los estudios de maderas, materia prima para la consecución de buques robustos, sólidos, veloces y resistentes, que pudieran vencer a los de los adversarios en caso de una confrontación bélica. Junto a la madera, el estudio de fibras vegetales, cáñamo, esparto, etcétera, fundamentales para la elaboración de jarcia, velas, toldos, banderas y demás objetos relacionados con este tipo de géneros. De esta manera se puede seguir añadiendo una larga lista de materiales empleados de una u otra forma en cualquiera de las estructuras que formaban parte de una nave de guerra.

Los arsenales fueron además lugares donde se probaron y se dictaminó sobre la mayor o menor calidad de todo tipo de géneros elaborados en diversas fábricas españolas, con destino a la Armada, tales como las planchas metálicas, tejidos de lonas, la pureza de los lingotes metálicos como el cobre, el plomo, etcétera, realizándose pruebas sobre la pureza y resistencia de los objetos de acero fabricados en la Real Fábrica de San Ildefonso, de las planchas de cobre para forros de buques en la Real Fábrica de San Juan de Alcaraz, o del entramado de los tejidos de lona de la de Cervera del Río Alhama.

¹ Manuel Díaz Ordóñez, «El Arsenal de Cartagena y Jorge Juan», En: Manuel García Hurtado (coord.) *Las innovaciones de la Armada en la España del siglo de Jorge Juan*, 2020, págs. 557-598.

A ellos se puede añadir el estudio del armamento, sobre todo de la artillería, elemento de fundamental importancia para la defensa del buque propio y la derrota del enemigo, siendo bastante común que piezas construidas en La Cavada y Liérganes se remitiesen a los distintos arsenales para que fueran examinadas sus propiedades por una comisión de oficiales de los mismos ².

Por último, cabe añadir los nombres de aquellos militares y marinos que, con sus grandes conocimientos, sobre todo de las matemáticas y de la física, o bien intervinieron en la construcción o en el perfeccionamiento de máquinas eficaces para el cometido para el que fueron inventadas, o dieron su docta opinión en los distintos aspectos que hasta aquí hemos desgranado en relación con toda esta labor investigadora.

Componentes de la Junta Económica del Departamento de Cartagena

Aunque a lo largo de su prolongada existencia el número de sus componentes fue variando, así como el de los cuerpos de marina a los que pertenecían o sus graduaciones, siempre se procuró que, tanto ésta como las de los otros departamentos marítimos, estuviesen compuestas por militares de la más elevada graduación del cuerpo general de la Armada, tales como capitanes de navío o jefes de escuadra, bajo la presidencia del capitán general de cada departamento y formaron también parte de las mismas marinos de otros cuerpos como Intendencia, Ingeniería y, en algún momento puntual, Sanidad.

En ocasiones que su presencia fuera aconsejable o necesaria, se contaba con la asistencia de aquéllos que por sus conocimientos científicos pudiesen dar opiniones acertadas en el amplísimo mundo que se tenía que dominar, como era el de velar por la incesante construcción de nuevos y numerosos buques, el mantenimiento y mejora de las unidades navales destinadas en ese departamento, la construcción de nuevos edificios, la formación y administración de los presupuestos anuales, cuestiones de orden de todos los empleados y dependientes y un largo etcétera que abarcaba infinidad de cuestiones y que para la resolución de muchas de ellas, se exigía que los miembros de la junta contasen con una amplia experiencia y conocimientos suficientes con los que dar solución a los problemas que con frecuencia ocurrían, así como a las preguntas con las que el rey a menudo solicitaba el asesoramiento en un amplio abanico de interrogantes. Por eso no es de extrañar

² Ambas fábricas fueron nacionalizadas por Carlos III en el año 1763 y suministradoras de las piezas de artillería usadas por la Armada española.

que casi todos fuesen marinos experimentados en muchas navegaciones y veteranos de numerosos hechos de armas contra los no escasos enemigos con los que contó España en el siglo XVIII. Así es como podían dar su opinión acerca de las virtudes o defectos de los buques en cuestiones de casco, arboladura, armamento, de los materiales usados en su construcción y demás, al tiempo que un número más reducido y escogido, y a la vez más valioso, era el de los verdaderos científicos, los que escribieron tratados sobre diferentes aspectos de la Marina o fueron capaces de la construcción de máquinas o la mejora de las construidas por otros.

Por sus destacados conocimientos científicos se debe mencionar a Gabriel Ciscar, que dentro del departamento cartagenero fue una figura de gran prestigio. De todas formas, no era extraño que a su vez se formasen comisiones que estudiaran algún punto determinado, cuya opinión era elevada a la junta, la que en sus sesiones veía sobre la idoneidad o no de la misma y como punto final, elevaba sus propuestas al monarca para su definitiva aprobación.

Ayudas a misiones astronómicas y geodésicas

Dentro del mundo científico, al ámbito de la astronomía se le prestó gran atención por parte de las autoridades militares del departamento marítimo de Cartagena. Ya en el año 1753 se sucedieron las ayudas a este tipo de misiones, por lo general encabezadas por científicos franceses ³. Al tratarse la ciencia de la observación de los cielos de un conocimiento esencial a la hora de establecer la navegación de un buque, fue una asignatura muy valorada con la que formar marinos eficientes. En el citado año, el marqués José Bernardo Chabert de Cogolin, marino y astrónomo francés, que ya contaba con experiencia en los viajes realizados a la América Septentrional en los años 1750 y 1751 para realizar observaciones astronómicas, se desplazó a Cartagena encargado por la Academia Real de las Ciencias de París de la observación astronómica de un eclipse de sol ⁴.

Chabert volvería a tomar a su cargo nuevas tareas astronómicas en Cartagena en el año 1764, en este caso con el objetivo de trasladarse a las costas de África, para

³ Archivo Naval de Cartagena (ANC), Reales Órdenes (RO), caja 2.190, expediente 22, 28-9-1753. El eclipse de sol debía de tener lugar el 26 de octubre de ese año.

⁴ Entre 1750 y 1751 Chabert realizó un viaje a la América Septentrional con el fin de rectificar errores existentes en algunas cartas náuticas, así como para establecer los puntos más importantes para las observaciones astronómicas. Carlos Alberto González Sánchez, *La librería de Antonio Ulloa: Una aproximación a través de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla*, Sevilla, 2015, pág. 13.

llevar a cabo las observaciones astronómicas necesarias con las que corregir las cartas de navegación del Mediterráneo ⁵.

Ambas ayudas técnicas se prestaron en una época en la que aún no se habían constituido en los departamentos de la península las juntas económicas. El principio de la andadura de la de Cartagena quedó reflejado en el acta de la sesión de su constitución, celebrada el 24 de septiembre de 1772.

En el año 1803 se trató por la junta de Cartagena un asunto relacionado con la geodesia, en este caso la venida a España del profesor de astronomía francés, Pierre François André Méchain, para continuar la medición del arco de meridiano entre Barcelona y las Baleares. Méchain era un reputado científico que fue propuesto en 1790 por la Académie des Sciences francesa junto con Jean Baptiste Delambre para medir el arco de meridiano desde Dunkerque a Barcelona. El resultado de esta medición fue el establecimiento del metro patrón en 1799 ⁶.

Como ayuda técnica a esta comisión de científicos, en 1803 se decidió armar un bergantín, siendo nombrado por parte española para que colaborase con dicho trabajo el matemático José Chaix Isniet ⁷. La muerte de Méchain en 1804 supuso la interrupción de la medición. En el año 1806 se trató de activar de nuevo este trabajo, para lo cual se desplazaron a España los matemáticos franceses Jean Baptiste Biot y François Arago ⁸. La junta facilitó un guardacostas -el místico *Terrible*- para sus desplazamientos entre Barcelona, Valencia y Baleares, que fue habilitado con posterioridad para los traslados ⁹.

Con la guerra de la Independencia quedó de nuevo interrumpida la medición del arco meridiano, no reanudándose hasta la mitad del siglo XIX.

⁵ ANC, RO, Caja 2.200, expediente 1, Real Orden de 7 de mayo de 1764. Por ella Julián de Arriaga, ministro de Marina, ordenaba se facilitase por todos los medios posibles la labor de Chabert.

⁶ Gabriel Pinto y otros, «Sistema Internacional de Unidades: resumen histórico y últimas propuestas», *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 108 (3), 2012, págs. 236-240, v. 236.

⁷ ANC, Actas de la Junta Económica Departamental (AJED) 1802-1803, sesión de 16 de febrero de 1803, sin foliar. A tales efectos se armó de bergantín a la goleta *Prueba*, al mando del reputado marino español Pascual Enrile, quien en 1815 siendo jefe de escuadra, comandó la expedición de pacificación de Costa Firme. La citada conversión de goleta a bergantín supuso un coste de 7.281 reales.

⁸ Luis Urteaga y Joan Capdevila, «Tres hitos en el establecimiento de la red geodésica en Cataluña», *Eria*, 92, 2013, págs. 293-307, v. 294-295.

⁹ ANC, RO, Caja 2.242, expediente 15, 19-11-1806. Ante el estado de indigencia económica por el que atravesaba la Marina española, carente de todo tipo de fondos y a la que a todos los que cobraban de sus presupuestos se les debían muchas mensualidades, se vio obligada a suministrar a los matemáticos franceses nada más que el sustento en los días en que se encontrasen embarcados.

La prevención de los incendios

Las especiales características de la construcción naval hasta la aparición de las naves de casco de hierro, supuso durante muchos años la existencia en potencia de un gran peligro tanto en cualquier buque como en los diques de carenar, ante la presencia de unas estructuras construidas en madera y en las que se habían utilizado, y se volvían a usar durante sus reparaciones, toda una serie de elementos de fácil combustión, alquitrán, aceite, pinturas, etc., que si no eran tratados con sumo cuidado, podían ocasionar grandes incendios, en los que ardían los buques que estaban siendo reparados, al tiempo que se producía con frecuencia una cierta mortandad entre los operarios de la maestranza que trabajaban en ellos. Este fue el motivo que originó que se buscasen afanosamente medios o sistemas con los que sofocar rápidamente cualquier conato de fuego que se produjese.

En el año 1783 se incendió dentro del dique grande del arsenal de Cartagena el navío *San Francisco de Paula*, sufriendo inminente riesgo de correr su misma suerte el nombrado *San Ramón*, al que estaba abarloado ¹⁰. Este tipo de incendios suponía un gran revés para el erario público, pues además de las desgracias humanas, causaban la pérdida de una gran cantidad de reales que de costo había tenido la construcción del buque que había ardido.

En contraste con las bombas para la extinción de incendios, en el año 1784 se llevó a cabo la instalación de una bomba en el arsenal del Ferrol, cuyo objeto era totalmente distinto al de las que se van a tratar, ya que se trató de una máquina de vapor simple destinada a elevar agua con destino al surtido del hospital y de la ciudad ¹¹. Esto demuestra la gran vitalidad que existió dentro de las distintas juntas económicas, siempre atentas a probar nuevas innovaciones que redundasen en favor de la Armada.

En 1793 se probó en Cartagena un nuevo modelo de bomba a la que se le habían modificado las expulsiones, obra del ya citado maestro mayor de bombas de incendios Antonio Delgado ¹². Esta máquina demostró ser algo más eficaz que las

¹⁰ ANC, RO, Caja 2.212, expediente 19, Real Orden de 14 de octubre de 1783. En la misma se indica: «Enterado el rey del particular mérito que contrajo el capitán de fragata graduado don Fernando Seydel en el desgraciado suceso de haberse incendiado el navío San Francisco de Paula, salvando con sus activas providencias el nombrado San Ramón, que estaba abarloado con aquel»....

¹¹ José Patricio Merino Navarro, «Técnica y arsenales en España y Francia hacia 1800», *Investigaciones históricas: Epoca Moderna y Contemporánea*, 2, 1980, págs. 167-192

¹² ANC, AJED 1793-1794, sesión de 23 de octubre de 1793, sin foliar. La nueva bomba de vapor construida por Delgado se mostró eficaz, por lo que el rey ordenó que se instalase una en todos los barcos de guerra, para lo cual se construyeron como guías dos de las mismas, que se enviaron a los arsenales de

anteriores construidas. La figura de Delgado es claro ejemplo de unos tímidos primeros efectos de la especialización en su trabajo de cierto tipo de artesanos que dedicaron toda su vida laboral a llevar a cabo las mismas tareas. Son claros pero insuficientes destellos de los inicios de una industrialización que en el caso de Cartagena no fue un caso puntual sino repetido, al establecerse entre los operarios un escalafón de ascensos, en donde los mejores de cada especialidad trabajaban estimulados por alcanzar el escalón superior, pero que no tuvieron continuidad al producirse la gran crisis económica finisecular, que sumió a la Armada en un terrible marasmo, que se prolongaría en el caso del arsenal de Cartagena hasta la construcción del bergantín *Escipión*, en el reinado de Isabel II ¹³.

Al año siguiente se desplazó desde Aranjuez al departamento Pedro García Elías ¹⁴, quien decía haber descubierto unos polvos muy eficaces para apagar el fuego. Venía muy recomendado, ya que hasta el mismo rey presenció en Aranjuez una demostración de la utilidad de dichos polvos ¹⁵. Por real orden se indicaba que se le socorriese debidamente y se le dotaba con 20 reales diarios para su manutención. La supuesta habilidad del inventor hizo reunir en torno a él para que presenciasen la eficacia de dichos polvos, a personas tales como Antonio de Escaño, que luego sería ministro de Marina, o a Gabriel Ciscar, los que dieron fe de la nula efectividad de dichos polvos a pesar de la elocuencia con que el inventor presentó su descubrimiento. Ante el atraso generalizado de los conocimientos científicos, no es de extrañar que con frecuencia apareciesen iluminados, pseudocientíficos o simples embaucadores que pretendían lucrarse con lo que denominaban inventos secretos o milagrosos. La existencia de la Junta Económica puso freno a este tipo de personajes, pues los dejaban desarmados con los experimentos que preparaban para probarlos. Es un claro ejemplo de lo lejos que aún se hallaba España del mundo científico, salvo honrosas excepciones.

Cádiz y Ferrol, y le concedió a Delgado la recompensa de una gratificación mensual de 30 escudos de vellón.

¹³ El Ancora, 30-IV-1850. La construcción se llevó a cabo durante el año 1849, siendo botado al agua en 1850.

¹⁴ ANC, AJED 1793-1794, sesión de 24 de septiembre de 1794, sin foliar. Pedro García Elías, vecino de Madrid, fue dentista aprobado por el real Protomedicato. El 28 de febrero de 1794 el rey le concedió un privilegio de venta en exclusiva por diez años de unos polvos para la extinción del fuego ordinario en materias combustibles.

¹⁵ José Patricio Saiz González, *Invención, patentes e innovación en la España Contemporánea*. Oficina española de patentes y marcas, 1ª, Madrid, 1999, pág. 174.

Informes sobre la construcción naval

De fundamental importancia era la transmisión de los conocimientos y experiencia de los miembros de las Juntas Económicas de los departamentos en lo referente a sus observaciones en el modo de la construcción de los buques en todos sus extremos, cascos, jarcia, arboladura, etc. De esta manera, como ya hemos visto, no era infrecuente la consulta del rey a esas comisiones económicas sobre la opinión que les merecía tal o cual extremo en lo relativo a innovaciones, o a la evolución de antiguas estructuras navales que se creía eran mejorables. En los renglones siguientes se van a esbozar a modo de ejemplo, unas cuantas de dichas consultas y de las soluciones dadas a las mismas desde Cartagena.

En el año 1777 la Junta Económica de Cartagena recibió los planos de tres navíos de 70 cañones y de otros tres de 58 diseñados por Francisco Gautier, ingeniero general de la Armada, con la solicitud del rey de que se dictaminase sobre las cualidades y defectos que dichos planos presentaban a criterio de los miembros de la Junta, la que a pesar de indicar que sus componentes carecían de los conocimientos específicos para realizar un informe de tanta importancia, alegó las ventajas e inconvenientes que a su parecer se observaban en los planos presentados¹⁶.

Al ser nombrado Romero Landa ingeniero general de la Armada en sustitución de Gautier, se impuso un nuevo modelo de construcción naval, siendo ejemplo del

¹⁶ La Junta manifestó su opinión en los siguientes extremos: «sobre las propiedades que deve tener un Navío de Guerra, deducen los vocales que todas pueden esperarse de lo q. manifiestan los Planos, pues por ellos se advierte que los Navíos tendrán bastante plan, competente Manga, poca Astilla muerta, y ademas tres pies de emparedamiento desde la linea del fuerte, a cuyas circunstancias es consiguiente q. sean posantes de aguante a la vela, y que tengan floreada Batería, indicandose por la configuracion externa de la obra viva, que manifiestan las lineas de agua en la sexiõn horizontal de los Planos, que serán de buen gobierno, y de regular vela; siendo al mismo tiempo mui conducente para el caso de una varada, que estén macizos de Popa a Proa hasta la cabeza de planes, así como lo es para un combate, que lo esten arriba y abajo de la línea del agua, a fin de que las valas penetren con más dificultad el costado, o acaso no lo penetren; Y se advierte en ellos que tienen otra vez las vitas dobles, que se les havian suprimido, y en que interesa el Marinero».

De todas formas, también hubo voces discordantes con algunos de los aspectos de los planos:

«Concordes hasta aquí los vocales, manifesto el subinspector don Manuel Travieso su disentimiento en quanto a la fortificación, por parecerle estar demas los contratrancaniles, opinar que solo son necesarias quatro Bulárcamas, o quadernas desde el Mamparo de la Despensa hasta la escotilla de Proa, considerando superfluas las demás; y que en lugar de los orcaces, de que siempre hay escasez, se pueden poner dormidos para la formación de los Raseles de Popa y Proa»....

Lo que se buscaba al solicitar tales opiniones, es que marinos avezados a largos días de navegación en diferentes buques y que habían estado presentes en más de un combate naval, manifestasen su experiencia, que podía ser muy enriquecedora a la hora de llevar a cabo este tipo de construcciones que debían mostrar sus cualidades marineras y su fuerza artillera contra diferentes enemigos.

mismo el navío *San Ildefonso*,¹⁷ que mostraba una gran cantidad de ventajas con el anterior modelo existente. Dentro de este nuevo proceso constructivo, la Junta del departamento fue requerida para que examinase y opinase sobre los planos de un modelo de fragata de 34 cañones diseñada por Romero Landa¹⁸.

En 1787 fue aprobado un nuevo sistema ideado por el jefe de escuadra Francisco de Borja que modificaba la caja de bombas y el estay de mesana en los buques¹⁹.

Los periodos de paz, en los que el presupuesto destinado a la Marina se veía menos agobiado por los gastos extraordinarios de armamentos de escuadras y contrataciones de obreros y con asentistas, fueron aprovechados para introducir avances de todo tipo en la estructura de los buques, su armamento, etcétera. De esta manera, 1790 fue año de estudios e innovaciones en la Armada.

En agosto de 1790 la Junta dio respuesta a una pregunta del rey relativa a la conveniencia de construir los palos mayores con chanflones. Se respondió indicando que en el Departamento de Cartagena siempre se había construido de esa manera, la que en todo momento había resultado ventajosa con relación a la llamada española antigua, con mecha y pluma.

En relación con las vergas mayores, no hallaba conveniente fabricarlas con dos o más piezas, en especial las de gavia para los navíos de tres puentes, dado la poca resistencia que les quedaría, al tiempo que debiendo fortalecerlas, se hacía necesario el uso de reatas y jimelgas, con lo que se aumentaría su peso, lo que producía la acumulación del agua en ellas, por lo que con el tiempo llegarían a pudrirse, con lo que únicamente las vergas mayores de los buques que excediesen de 60 cañones podrían hacerse de dos piezas, pero con jimelgas²⁰.

En relación con las jimelgas, la Junta opinó en ese mismo año la conveniencia de su instalación en aquellos navíos de porte superior a 60 cañones, ya que su presencia dotaba a las vergas de mucha mayor resistencia. Por real orden de 20 de julio de 1790 se indicaba que las vergas mayores de los buques de la Armada se hiciesen de piezas y con jimelgas.

En este mismo año el brigadier Pedro Aufrán realizó un informe acerca de los defectos encontrados en el navío *San Ramón*, cifrándose los mismos en la mala

¹⁷ Cesáreo Fernández Duro, *Historia de la Armada española desde la unión de los reinos de Castilla y Aragón*. Instituto de Historia y Cultura Naval, 1972, pág. 384.

¹⁸ ANC, AJED 1785-1786, sesiones de 9 y 23 de noviembre de 1785, sin foliar.

¹⁹ ANC, AJED 1786-1787, sesión de 30 de enero de 1787, sin foliar.

²⁰ ANC, AJED 1790-1791, sesión de 5 de agosto de 1790, sin foliar.

distribución del lastre, por lo que se propuso el aumentar en 1.500 quintales sobre uno de los costados. Como esta solución no se vio muy acertada, se decidió transformar dicho buque en urca de transporte.

Otro de los experimentos a que se atendió fue a la colocación de pelote ²¹ en los empalmetados de un navío con objeto de conseguir una buena defensa contra la fusilería del enemigo, a la realización de pruebas con carbón de piedra, con la madera del bosque de Irati, que no se consideró apropiada para su uso en la arboladura naval ²², o con un nuevo modelo de cureña que había sido inventado por un capataz de carpinteros de ribera del arsenal de la Carraca ²³.

En cuanto al lastre de los buques, un oficial propuso que se dejase de usar armamento excluido, siendo sustituido por piedras de mineral muy abundantes en las ramblas del paraje cartagenero del Garbanzal provenientes de las antiguas explotaciones mineras de época Clásica. La idea fue desechada pues esas piedras tendían a descomponerse con facilidad al entrar en contacto con el agua ²⁴.

En la reunión de la Junta celebrada el 20 de junio de 1792, ésta ofreció su opinión sobre las variaciones introducidas en la fragata *Esmeralda*, construida en Mahón con planos de Julián de Retamosa, el último constructor de navíos español del siglo XVIII, y en la urca *Cargadora*, ambas unidades de nueva fábrica. En ambos casos salieron a relucir las ventajas e inconvenientes que consideraba existían en dichos buques.

Otra de las innovaciones a las que atendió la Junta en varias ocasiones, fue la del cambio de aparejo de determinado tipo de buque, para lo cual se experimentaban sobre ellos los distintos modelos que se querían probar, dictaminándose la instalación del que se considerase más oportuno por sus mayores cualidades en la navegación.

En 1797 se realizaron experimentos en los tres departamentos acerca de masteleros de gavia y de velacho para navíos y fragatas, con las correspondientes pruebas de mar que confirmasen la bondad de la madera utilizada ²⁵.

²¹ ANC, AJED 1790-1791, sesión de 28 de junio de 1790, sin foliar. Pelote era pelo de cabra que se empleaba en rellenar la tapicería de muebles. En este caso rellenaba lo que se llamaba los empalmetados, colocados en los buques para defensa del fuego del enemigo.

²² ANC, AJED 1790-1791, sesión de 30 de junio de 1790, sin foliar. La Junta acordó: ... «y que por consiguiente no es de ningún modo conveniente la continuación de cortas de Irati, pues no siendo dicha madera de uso alguno para la Armada, es infructuoso el costoso gasto que aquellas ocasionan».

²³ ANC, AJED 1790-1791, sesión de 21 de abril de 1790, sin foliar.

²⁴ ANC, AJED 1790-1791, sesión de 15 de julio de 1790, sin foliar.

²⁵ ANC, AJED 1794-1797, sesión de 15 de marzo de 1797, sin foliar.

Ya se ha mencionado con anterioridad que en el arsenal de Cartagena también se fabricaron máquinas semejantes a algunas construidas y utilizadas en los otros departamentos, tal como ocurrió en 1803 cuando se decidió establecer una de cilindro igual a la establecida en el arsenal del Ferrol, cuya labor era la de aprovechar con utilidad las planchas de cobre que se quitaban de los forros de los buques ²⁶.

Pruebas realizadas con el armamento

La Junta realizó a lo largo de los años numerosas pruebas y experimentos con todo tipo de armamento, sobre todo con los de la artillería: cañones, obuses y demás. En Cartagena dichas demostraciones solían hacerse o bien con artillería embarcada y con los buques navegando, o bien en tierra en la Batería Doctrinal, que era un recinto adquirido y acondicionado por la Armada, para que sirviese de entrenamiento a los artilleros navales y para probar este tipo de armamento.

En 1776 una real orden prevenía acerca de la fábrica y prueba de esmeriles o trabucos, armamento muy utilizado por los barcos destinados al corso. A tal fin se encargó a Vicente Carbonell, maestro fundidor del arsenal, la construcción de los cañones de los mismos, que debían ajustarse al diseño formado por Francisco Javier Rovira ²⁷, comisario provincial del real cuerpo de artillería de Marina, mientras que la Junta nombró una comisión formada por capitanes de navío y de fragata y de un maestro armero para que realizase las pruebas y propusiese las correcciones oportunas ²⁸. Este mismo fundidor llevó a cabo en el año siguiente la refundición de la campana de la catedral de Murcia conocida como *María Fuensanta* ²⁹.

En noviembre de 1783 la Junta acordó la realización en la Batería Doctrinal de pruebas de tiro de los obuses y cañones irregulares de la balandra *Segunda Resolución*, para comparar su alcance con otros regulares. A dicha prueba concurrieron los vocales y los jefes de escuadra Francisco Hidalgo de Cisneros y

²⁶ ANC, RO, Caja 2.240, expediente 1. Real Orden de 12 de julio de 1803. Con esta máquina se buscaba la reutilización de dichas planchas de cobre en el forro de otros buques, labor hasta entonces complicada por deformarse con facilidad.

²⁷ Francisco Javier Rovira Fernández de Mesa, *Tratado de Artillería para el uso de los caballeros guardias marinas, en su Academia, por don Francisco Javier Rovira, teniente de navío de la real armada y profesor de artillería en la misma Academia. Dedicado a la inmortal memoria de don Jorge Juan, 1773.*

²⁸ Federico Maestre de San Juan Pelegrín, «Vicente Carbonell Suaria, fundidor y comerciante catalán en Cartagena», *Estudios sobre Historia de Cartagena: Homenaje a José María Rubio Paredes*, coord. Francisco Velasco, 2020, págs. 213-228.

²⁹ Enrique Máximo García, «El “otro” imafrente de la catedral de Murcia: la renovación de campanas», *Imafrente*, nº 19-20, 2007-2008, págs. 195-252.

José Mazarredo ³⁰. La Junta también realizó un estudio del tratado de artillería, armas y municiones formado por el citado comisario Rovira, profesor de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz e inventor de los obuses que llevaron su nombre. La prueba de los mismos fue un éxito, ya que a un tiempo podían lanzar granadas y metralla, a lo que se unía la ventaja de que podían seguir usando el tipo de cureñas ya existentes ³¹, por lo que se acordó que se fundiesen en Cartagena y luego remitir los ejemplares necesarios a Cádiz.

Con el motivo de haber sido construidas en el año 1790 unas nuevas cureñas por un capataz de carpinteros del arsenal de Cádiz, la Dirección General de la Armada solicitó que en los otros departamentos se experimentase sobre este nuevo tipo de asiento para las piezas de artillería, para lo cual en Cartagena se fabricaron varias ateniéndose al plano de la ya mencionada de Cádiz.

En 1792 se formó una comisión integrada por todos los miembros de la Junta, así como por los jefes de escuadra que hubiese en Cartagena. Tenía como objeto el estudio de la posible introducción en la Armada española de algunas carronadas en sus buques. Esta innovación había sido adoptada por Inglaterra en 1779, iniciativa del general Melville, presentando una serie de ventajosas propiedades con respecto al armamento anterior ³².

En 1793 la Junta estudió una propuesta de Rovira sobre un nuevo método en la construcción de cartuchos para la artillería naval, ya que los existentes causaban muchos desperdicios una vez que se disparaban. Dichos proyectiles fueron probados en la Batería Doctrinal en presencia de Gabriel Ciscar, director por entonces de la Academia de Guardias Marinas de Cartagena.

De manera paralela a la experimentación sobre nuevos armamentos y municiones, se llevó otra acerca de la defensa contra la eficacia de las armas inglesas, sobre todo desde la invención de las carronadas, que eran unas piezas artilleras cortas y de mucho calibre que disparaban proyectiles que levantaban gran cantidad de astillas, lo que producía estragos en las dotaciones de los buques

³⁰ Sesión de 5 de noviembre de 1783.

³¹ Agustín Ramón Rodríguez González, «Los españoles en Trafalgar: navíos, cañones, hombres y una alianza problemática», En A. Guimerá /A. Ramos/G. Butrón (coords.) *Trafalgar y el mundo atlántico*. 1ª, Madrid, Marcial Pons, 2004, págs. 195-214

³² Cesáreo Fernández Duro, op. cit., págs. 386-387.

atacados. En 1793 se determinó que los buques fueran equipados con unas redes especiales que sirviesen para detener las astillas ³³.

Ese mismo año la Junta estudió la propuesta de un maestro cordonero de la ciudad, que decía conocer una madera que no levantaba astillas al estallar contra ella proyectiles de artillería. Con presencia de todos los miembros de la Junta se llevaron a cabo los experimentos oportunos, cuyo resultado no fue satisfactorio, por lo que fue desechada la propuesta del cordonero ³⁴.

La presión de la Armada inglesa se hizo notar cada vez más en las costas españolas, hasta el punto de mantener bloqueados puertos como Ferrol, Cádiz o Cartagena. En lo relativo a las aguas próximas a Cartagena, los ingleses realizaron demostraciones de fuerza, como la que se produjo en el año 1796 en aguas de Cabo de Palos entre la fragata española *Sabina* y la inglesa *Minerve*, comandada por Nelson, que ostentaba la graduación de comodoro. Una vez que esta última tenía rendida a la unidad naval española, hicieron su sucesiva aparición otra fragata inglesa y un navío y dos fragatas españolas, por lo que los británicos tuvieron que retirarse del campo de batalla ante la superioridad del enemigo. En 1798 se produjo la pérdida de la fragata *Dorotea*, en su viaje de vuelta desde Argel a Cartagena ³⁵.

Todos estos acontecimientos tan cercanos a la ciudad no dejarían de influir en el ánimo de la Junta a la hora de estudiar nuevas modificaciones en la estructura de los buques o en el armamento de los mismos.

En 1800 Ciscar, que en dicho año tenía la graduación militar de capitán de navío y el cargo de segundo comandante del Real Cuerpo de Artillería de Marina, del que era comisario provincial ³⁶, presentó un memorial en donde se recogían sus ideas sobre las mejoras que se podían introducir en las cureñas de fábrica española. La Junta decidió que se construyese una según las indicaciones de Ciscar, para que se realizasen con ella los experimentos y ejercicios que su diseñador considerase

³³ En la sesión celebrada por la Junta el 9 de abril de 1793 se vio una real orden para que se dotasen los buques de guerra de redes exteriores que sirviesen de defensa contra las astillas arrancadas por la artillería enemiga.

³⁴ Sesión de 20 de noviembre de 1793.

³⁵ José Ignacio González-Aller Hierro/Julio Mas García, «El conflictivo mundo mediterráneo del siglo XVIII. Cartagena, base fundamental de apoyo de la Armada española», *Historia de Cartagena, T. VIII*, coord. Julio Mas, 1986, págs. 475-514.

³⁶ Elena Ausejo/Francisco Javier Medrano, «La fundamentación del *calculus* en España: El cálculo infinitesimal en Gabriel Ciscar», *Llull*, 35(76), 2012, págs. 305-316.

oportunos, con el objeto de mejorar las que en esas fechas eran utilizadas por la Armada española ³⁷.

Al año siguiente Ciscar propuso el cambio de artillería de los faluchos, siendo sustituida la de hierro por otra de bronce construida en el arsenal, ya que los rebufos de los disparos se introducían dentro del buque, con la consiguiente molestia ³⁸. Al disminuir el peso de la artillería, se conseguía dotar a estas embarcaciones de mayor velocidad, fundamental en unos años en los que la continua presencia de la Armada británica rondando las aguas de Cartagena, obligaron a la puesta en marcha de gran cantidad de las llamadas fuerzas sutiles, pequeños barcos como faluchos o lanchas cañoneras y obuseras destinados a la defensa del puerto ³⁹.

Inventos subacuáticos

En estos años de finales del siglo XVIII y principios del XIX la tecnología se hallaba aún a años luz como para que se pudieran patentar inventos relacionados con la actividad humana debajo del agua, a pesar que desde tiempo inmemorial el hombre ha tratado de abrirse camino también bajo el agua para buscar alimentos, recuperar objetos o tratar de infligir daño a las embarcaciones enemigas, y es por eso que algún que otro intento se llevó a cabo, aunque derivando siempre en fracasos al no ser factible su puesta en ejecución. Una circunstancia que puso en movimiento a la Armada española fue el hundimiento en aguas portuguesas en el año 1786 del navío *San Pedro de Alcántara*, portador de un gran tesoro. La evidente falta de preparación de los buzos españoles estimuló al capitán general de la Armada Luis de Córdoba a impulsar la creación de escuelas de buceo a pulmón en los tres departamentos peninsulares, propuesta aprobada por Carlos III en decreto de 20 de febrero de 1787. El reglamento de la misma fue redactado por el teniente general José de Mazarredo en 1790. Estas fueron las escuelas de buceo más antiguas del mundo ⁴⁰.

³⁷ ANC, AJED año 1799-1800, sesión de 10 de diciembre de 1800, sin foliar. La documentación manejada para este trabajo calla sobre los resultados obtenidos con las pruebas de esta cureña.

³⁸ Las piezas de artillería de hierro de calibre 18 fueron sustituida por las de bronce de 8, con lo que también se conseguía aligerar los buques de carga dotándolos de mayor velocidad.

³⁹ ANC, R.O. Caja 2234, expediente 7, Real orden de 5 de mayo de 1797. Se da autorización para la construcción de seis lanchas cañoneras.

⁴⁰ Juan Ivars Perelló, «El cuerpo de buzos de la Armada y la recuperación del patrimonio sumergido», *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 62, 2010, págs. 43-57.

En 1799 la Dirección General de la Armada comunicaba el dictamen tomado por el Consejo sobre la invención de una máquina hidráulica con la que se podía extraer lo que estuviese en el fondo de mar, cuya paternidad se había dirimido entre el buzo mayor de la Armada y el arquitecto don Pedro Angel de Albisu, quien realizó en el Arsenal de la Carraca un novedoso proyecto de diques en 1783. La autoría se concedió definitivamente al citado buzo.

Como ejemplo de ensoñaciones fantasiosas, la que pretendió llevar a cabo Pedro Pradet en 1801, presentando a la Junta el proyecto de la construcción de un traje de buzo. El intendente del Departamento decía en su dictamen que dicho proyecto

se reduce a dirijir debajo del agua un barreno, o embalsar qualesquiera cosa mediante a colocarse un bestido de piel de cabra ó otra menos penetrable, unido por el cuello a una manguera de lo mismo, que en dos en dos palmos debe llevar un arco de fierro, con el fin de que se conserve libre la comunicacion del ayre, lo que deve considerarse impracticable en mucho fondo, por los riesgos de ahogarse o sofocarse el que se coloque dentro, pretendiendo ademas el mencionado Pradet que el vestido y Manguera se haga por cuenta de la Rl. Hacienda p^a. el ensayo, y siendo un sugeto destituido en todos conocimientos y principios, conociendose que solo se dirige a remediar su mendicidad ⁴¹.

Aún faltaban muchos años para poder llevar a buen término este tipo de ideas, aunque ya se contaba con algunos intentos llevados a cabo en 1715 por el inglés John Lethbridge con su tonel con ojo de buey y en le década de 1770 por el francés Fréminet.

El telégrafo óptico

El telégrafo óptico estaba diseñado para que fuera visto a gran distancia y transmitía diversas señales a través de un mecanismo que era manejado por una o varias personas. Con la instalación de una serie de torres, dichas señales podían recorrer grandes distancias a una velocidad superior que la que pudiese emplear un emisario a caballo. De esta forma quedaba establecida una red con una serie de estaciones, con su inicio en la estación desde donde se emitían los mensajes, la cual

⁴¹ La Junta, a la vista de lo peregrino del proyecto, acabó dictaminando «que respecto a las dificultades que ofrece la verificación del proyecto, continúe a sus expensas las experiencias y adelantos según le convenga, y tomando certificación del Comandante militar de Marina de la provincia en que las hiciere, se presente con ellas a la Junta para que delivere oportunamente».

quedaba en una posición de alerta o atención, trasladándose los mensajes posteriormente a la estación siguiente y de ésta a la posterior, hasta la llegada a su destino.

En Francia, dado lo enrarecida de su situación política a finales del siglo XVIII, fue donde se inició la preocupación por la telegrafía, debiéndose la instalación de la primera red a los hermanos Claude e Ignace Chappe ⁴².

En España se tuvieron noticias de estos nuevos avances científicos a través de la *Gaceta de Madrid* de 14 de octubre de 1794 y con posterioridad en la de 4 de noviembre siguiente, dándose cuenta en esta última de los avances conseguidos por Salvador Ximénez Colorado y su equipo. Con objeto de estudiar un sistema que fuera factible para el desarrollo de la telegrafía en España, después de rechazar la propuesta presentada por Josef Fonell, que fue desestimada por su complejidad, se encargó el estudio detallado de la misma a Agustín de Betancourt y Molina, quien después se instaló definitivamente en Rusia desde 1808. Allí fue donde desarrolló sus dotes de arquitecto y urbanista ⁴³. A él se debe el haber establecido junto con Breguet un sistema mucho más eficaz y rápido que el de Chappe. La primera línea instalada en España, bajo la dirección de Betancourt, fue la del tramo de Madrid-Aranjuez, que empezó a funcionar en agosto de 1800.

A través de una real orden fechada el 17 de enero de 1803, la Junta Económica del Departamento de Cartagena recibía instrucciones sobre la llegada desde Cádiz del capellán provisional de la Armada Jaime Florit, con la misión de construir dos telégrafos de nueva invención, en la cual debía invertir un tiempo máximo de seis meses, y se daban instrucciones para que se le facilitasen las dependencias apropiadas, los materiales necesarios, dos carpinteros y un armero, indicando que el costo total de la obra no podía superar los 4.000 reales de vellón.

En la reunión celebrada por la Junta el 8 de agosto, se recogía la noticia de que Florit había comunicado la terminación del telégrafo y solicitaba ayuda para su traslado a Madrid. La Junta organizó el transporte de la nueva máquina y nombró a algunas personas para que ayudasen al capellán en el viaje.

⁴²José María Romeo López, «El telégrafo óptico: 1790-1850: estudio crítico comparativo de los diferentes sistemas de transmisión utilizados», *El científico español ante su historia: la ciencia en España entre 1750 y 1850*: I Congreso de la Sociedad Española de la Historia de las Ciencias, 1980, págs.241-250.

⁴³ Aleksei Bogoliubov /José Antonio García Diego, «Agustín de Betancourt como arquitecto y urbanista», *Llull*, 9 (16-17), 1986, págs., 35-54.

En el año 1805 empezó a funcionar en Cádiz un telégrafo militar, concebido por el teniente coronel de ingenieros Francisco Hurtado ⁴⁴, y habría de preguntarse qué tipo de relación pudo tener con el construido por Florit unos meses antes, pues o bien no resultó lo efectivo que en un principio se esperaba que fuera, o el de Hurtado demostró ser superior en su concepción al del capellán de la Armada, que no debemos de olvidar que provenía de Cádiz, lugar en donde se instala el de Hurtado.

Construcción de otros tipos de máquinas

La Junta también nombró comisiones para el estudio de máquinas destinadas a diversos usos. En muchos casos, estos inventores sacaron a la luz sus propuestas en aquellos periodos de tiempo en los que España se encontraba en paz de las sucesivas confrontaciones bélicas que se sucedieron contra ingleses, argelinos o franceses. En su inmensa mayoría fueron proyectos faltos del mínimo rigor científico para que tuvieran el éxito deseado. La innovación industrial española, salvo honrosas excepciones, estuvo ausente de personas que le dieran impulso, careciéndose de personajes tan trascendentales para el inicio de la Revolución Industrial como James Watt, quien construyó en 1774 su primera máquina de vapor.

En cuanto a las máquinas que fueron estudiadas y sometidas a examen por la Junta Económica del departamento de Cartagena, cabe indicar que en 1778 se probó un nuevo telar para el tejido de lonas que había sido inventado por el operario de maestranza Juan Rueda, que al parecer presentaba las ventajas de tener mayor duración, menor gasto en su mantenimiento y más facilidad en su trabajo, por lo que las piezas salían tejidas con un ahorro de 10 maravedís por vara ⁴⁵. El nuevo telar fue probado en Cartagena y se mostró eficaz. Ante dichas mejoras, el rey decidió que este nuevo modelo sustituyera a los telares viejos existentes en la fábrica de lonas establecida en el arsenal, cuando los antiguos se fueran rompiendo ⁴⁶.

En cuanto al betún, en 1782 se encargó al maestro fundidor Carbonell la ejecución de experimentos sobre los fondos de los calderos para la fábrica de dicha

⁴⁴ Manuel Quero Oliván, «La comunicación naval tierra-mar. Los semáforos de Tarifa», *Al Qantir: Monografías y documentos sobre la historia de Tarifa*, 12, 2012, págs. 161-175.

⁴⁵ ANC, AJED 177-1778, sesión de 19 de enero de 1778, sin foliar. Sobre el nuevo telar se trató en la sesión de la Junta de 9 de julio de 1777, siendo probado por acuerdo que se tomó en la de 19 de enero de 1778 y, tras decisión real, se ordenó la construcción de dos ejemplares para ser remitidos a los arsenales de Cádiz y Ferrol para que sirviesen como modelos.

⁴⁶ ANC, RO, Caja 2.210, expediente 15, Real Orden de 15 de septiembre de 1778.

sustancia orgánica, con el objeto de dotar los de dichos depósitos de la fortaleza suficiente para que no se rompiesen.

Un nuevo avance se produjo en 1789 en la fábrica de jarcia con la invención por su maestro mayor de un nuevo cabestrante y de una máquina de colchar las vetas. El rey compensó al inventor aumentando su sueldo mensual en 15 escudos.

En 1791 fueron trasladados a la corte, y luego remitidos a Cartagena para que fueran estudiados por la Junta Económica, cinco modelos de máquinas construidas por operarios de torneros del arsenal de Cartagena. Todas se consideraron como más útiles que las que en ese momento se estaban utilizando ⁴⁷. También se estudió un martinete ideado por el ingeniero director Joaquín Ibargüen, cuya efectividad debía de compararse con la del que en ese momento trabajaba en la dársena del arsenal del Ferrol ⁴⁸. Los torneros estaban encargados de la realización de piezas, útiles y máquinas de gran importancia, como las de achicar agua de los buques ⁴⁹.

También se debió al ingeniero Ibargüen, la construcción de un modelo de timón que fue probado en 1792 en el navío *Conquistador*. Esta fue una más de otras varias innovaciones técnicas que presentó a examen ante la Junta de Cartagena.

Hasta 1791 se demoró la realización de pruebas y experimentos con una nueva máquina de barrenar motonería que había presentado en el arsenal de Cartagena un maestro carpintero valenciano en el año 1786. Hay que tener en cuenta que este tipo de posibles adelantos técnicos despertaban el interés en las Juntas, ya que se trataba de útiles que tenían que perforar las maderas de gran dureza con las que se construían piezas de escaso tamaño, pero fundamentales para la maniobra, por lo que se debía tener mucha atención en la selección de los materiales utilizados, como el nogal o el álamo negro, más económicos que los ideales para su fabricación, que se tenían que traer de las Indias. A la vez que, en Cartagena, la máquina fue examinada en La Carraca. En esta ocasión, como en tantas otras, se demostró que

⁴⁷ ANC, RO, Caja 2.210, expediente 14, Real Orden de 23 de diciembre de 1791.

⁴⁸ AHAC, Libro actas Junta Económica Departamento, 1791-1793, sesión de 10 de octubre de 1792, sin foliar. Este martinete estaba excavando la dársena del Ferrol bajo la dirección del ingeniero director José Muller. En la real orden que hablaba sobre este martinete, también se indicaba que todos estos modelos de máquinas debían depositarse, junto con los que en esa fecha ya existían, en una sala destinada al efecto en el almacén general del arsenal.

⁴⁹ José Quintero González, «La madera en los pertrechos navales. Provisión de motones, remos y bombas al Arsenal de la Carraca». *Tiempos Modernos: Revista Electrónica de Historia Moderna*, Vol. 4, n° 10, 2004, págs., 7-8.

la nueva aportación técnica carecía de interés para que fuera utilizada en los arsenales, por lo que fue desechada ⁵⁰.

En 1793 el capitán general de Cataluña remitió a la Junta una nueva máquina de sierra potosina inventada por un exjesuita. Llegaba con expresa orden del rey de que se experimentase sobre su utilidad. Al venir desarmada y carecerse de planos con la explicación suficiente de cómo montarla, fue otro de los inventos que pronto quedaron en el olvido ⁵¹.

Otro intento de fabricar una máquina de motonería fue realizado en 1795. La prueba tuvo la aprobación de la Junta Económica, la que trasladó al rey su dictamen favorable. El monarca en agradecimiento a su constructor, que era un carpintero de ribera del arsenal, le concedió la paga de 10 reales diarios en su oficio de carpintero del arsenal y la gratificación de 500 reales de vellón por una vez ⁵².

En 1802 se encargó a Gabriel Ciscar que experimentase con una corredera de nueva invención, exponiendo todo lo que considerase oportuno en cuanto al perfeccionamiento de las correderas continuas ⁵³.

El año siguiente un alemán llamado Francisco Henry, miembro de la Academia de Ciencias de Tolosa, presentó la propuesta de construcción de una máquina para elevar agua a cualquier altura por medio de pozales puestos en movimiento por hombres. La Junta encargó al ingeniero de su estudio ⁵⁴. Fue otro de los proyectos que solamente quedaron en la fantasía de sus inventores.

Ese mismo año el teniente de navío Diego Prieto presentó una máquina de su invención destinada a la introducción de pernos de cobre y clavijas en los miembros de los buques, sin contar con el riesgo de que se doblasen. La nueva máquina se

⁵⁰ ANC, RO, Caja 2.227, expediente 12, Real Orden de 4 de septiembre de 1792. Con esta real orden fechada el día 4 de septiembre de 1792, quedaba de manifiesto la inutilidad de dicha máquina, al tiempo que el rey instaba a su inventor a que no insistiese sobre sus propiedades, pues de hacerlo incurriría en el real desagrado.

⁵¹ ANC, AJED 1793-1794, sesión de 10 de julio de 1793, sin foliar. En la misma se observó la falta de explicación que era necesaria para la correcta colocación de las piezas de la máquina.

⁵² ANC, RO, Caja 2.230, expediente 12, Real Orden de 9 de marzo de 1795. En la sesión de 16 de diciembre de 1795 surgieron graves problemas para llevar a cabo este proyecto. El inventor de la máquina había caído enfermo y su hijo, al que se requería para que la terminase de instalar y perfeccionase, se negaba a trasladarse desde Valencia a Cartagena, alegando que allí cobraba el salario de 25 reales diarios y en Cartagena sólo 10.

⁵³ ANC, RO, Caja 2.238, expediente 9, Real Orden de 20 de marzo de 1802. La Junta determinó que se le facilitasen a Ciscar todos los medios necesarios para su tarea.

⁵⁴ ANC, AJED 1802-1803, sesión de 8 de junio de 1803, sin foliar.

demonstró efectiva, por lo que se ordenó construir ejemplares para todos los departamentos ⁵⁵.

En 1806 Gabriel Ciscar experimentó un aparato que equivaliese al uso de remos y en ese mismo año un capataz de carpinteros de ribera del arsenal presentó un nuevo pescante con el que embarcar y desembarcar fardos de los muelles. Una vez verificadas pruebas sobre su utilidad por Gabriel Ciscar, se dictaminó carecer de todo interés pues los entonces existentes aguantaban mayores pesos que el de nueva invención. Como resultado de las modificaciones introducidas por Ciscar en dicho pescante, el rey ordenó su introducción en los de nueva construcción ⁵⁶.

Controvertido fue el proyecto presentado por el ya citado Juan Antonio Delgado, sobre la edificación de un horno de fundición que ahorrara gran parte de la leña que consumían los hasta entonces existentes. Contra dicho proyecto adujo serias reflexiones de tipo técnico el jefe de escuadra e ingeniero director Juan Smith. En medio de las discusiones, Delgado varió de idea y propuso la construcción de un horno de fundición ⁵⁷. La controversia no había acabado en 1808, cuando por motivos de la Guerra de la Independencia, este proyecto hubo de ser abandonado.

La última máquina de la que la Junta se ocupó antes de la guerra contra Napoleón fue una inventada por Patricio Descalzo, maestro relojero y maquinista vecino de Cartagena, que ofrecía un aparato muy útil, económico y sencillo para extraer agua de los diques del arsenal sin necesitar leña ni ningún otro combustible. La Junta, debido a los gravísimos problemas económicos por los que atravesaba el departamento, derivó la propuesta directamente a Godoy.

⁵⁵ ANC, RO, Caja 2.240, expediente 2, Real orden de 3 de diciembre de 1803. Se acordó que se fabricasen en La Cavada y que fuesen de varios tipos, con el objeto de poder trabajar sobre diferentes menas.

⁵⁶ ANC, RO, Caja 2.242, expediente 4. Real orden de 11 de noviembre de 1806.

⁵⁷ ANC, AJED año 1808, sesión de 3 de febrero de 1808.

Bibliografía

Amenedo Costa, Mónica, «Los ingleses en Ferrol en el siglo XVIII» En: M.B. Villar García/P. Pezzi Cristóbal (es.) *Actas del I Coloquio Internacional «Los extranjeros en la España Moderna» Tomo I*, Málaga, 2003, págs. 133-142.

Ausejo, Elena/Medrano, Francisco Javier, «La fundamentación del *calculus* en España: El cálculo infinitesimal en Gabriel Ciscar», *Llull*, 35(76), 2012, págs. 305-316.

Bogoliubov, Aleksei/García Diego, José Antonio, «Agustín de Betancourt como arquitecto y urbanista», *Llull*, 9 (16-17), 1986, págs., 35-54.

Bordejé y Morencos, Federico, *Crónica de la Marina española en el siglo XIX, 1800-1868. Tomo I*, Editorial Naval, Madrid, 1993.

Garma Pons, Santiago, «Los Matemáticos Españoles y la Historia de las Matemáticas del siglo XIII al XIX». En: Santiago Garma Pons (coord.) *I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, 1980, págs. 59-72.

Garmendia Arruabarrena, José, «Pedro Angel de Albisu, un arquitecto desconocido», *Boletín de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*, 36(1-4), 1980, págs. 406-407.

González-Aller Hierro, José Ignacio/Mas García, Julio, «El conflictivo mundo mediterráneo del siglo XVIII. Cartagena, base fundamental de apoyo de la Armada española», *Historia de Cartagena, T. VIII*, coord. Julio Mas, 1986, págs. 475-514

González González, F.J./Quevedo Ariza, María del Carmen, *Catálogo de las obras antiguas de la Biblioteca del Real Instituto y Observatorio de la Armada (siglos XV al XVIII)*, San Fernando, Fundación Alvar González y Real Instituto y Observatorio de la Armada, 2000.

Griñán Montealegre, María/Palazón Botella, María Dolores, «El arsenal de Cartagena: patrimonio de la historia de la industria naval española», *Areas, Revista internacional de ciencias sociales*, 29, 2010, págs. 164-168.

Ivars Perelló, Juan, «El cuerpo de buzos de la Armada y la recuperación del patrimonio sumergido», *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 62, 2010, págs. 43-57.

Juan-García Aguado, José M. de, «José Romero Fernández de Landa: primer ingeniero de la Marina», *Revista de Historia Naval*, 13(51), 1995, págs. 59-74.

Juan-García Aguado, José M. de, «Características operativas de los navíos y fragatas del siglo XVIII», *Revista de Historia Naval*, 14(55), 1996, págs. 65-80.

López Sánchez, Juan Francisco/Valera Candel, Manuel, «El observatorio astronómico de la Academia de Guardias Marinas de Cartagena», *Llull*, 17(33), 1994, págs. 343-355.

Maestre de San Juan Pelegrín, Federico, «Vicente Carbonell Suaria, fundidor y comerciante catalán en Cartagena», *Estudios sobre Historia de Cartagena: Homenaje a José María Rubio Paredes*, coord. Francisco Velasco, 2020, págs. 213-228

Martínez Valverde, Carlos, «Figuras que unen: El Teniente General del Ejército don Pascual Enrile y Alcedo, Brigadier de la Armada, prócer del Reino y benemérito de la Patria». *Ejército Revista de las Armas y Servicios*, año XXXVIII, 448, 1977, págs. 9-15.

Máximo García, Enrique, «El “otro” Imafronte de la Catedral de Murcia: La renovación de campanas (1790-1818)», *Imafronte*, 19-20, 2007-2008, págs. 195-252.

Maza Uslé, José Manuel, «Orígenes y fundación de las fábricas de Liérganes y La Cavada», *ASCAGEN*, 1, 2009, págs. 5-26.

Merino Navarro, José Patricio, «Técnica y arsenales en España y Francia hacia 1800», *Investigaciones históricas: Epoca Moderna y contemporánea*, 2, 1980, págs. 167-192

Núñez Espallargas, José María, «Gabriel Ciscar y su poema físico astronómico», *Llull*, 8 (14), 1985, págs. 47-64.

Odrizola Oyarbide, María Lourdes, (2008), «El bosque de Irati y el transporte de las maderas hasta los Reales Arsenales de Marina (Segunda mitad del siglo XVIII)», *Boletín de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*, 64(2), 2008, págs. 845-863.

Piniella Corbacho, Francisco/Hernández Molina, Ricardo, «La crisis de la construcción naval española en los primeros años del siglo XIX: Cambios en la tipología y tonelaje de las embarcaciones», *Llull*, 17(33), 1994, págs. 391-402.

Pinto, Gabriel y otros, «Sistema Internacional de Unidades: resumen histórico y últimas propuestas», *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 108(3), 2012, págs. 236-240, v. 236.

Quero Oliván, Manuel, «La comunicación naval tierra-mar. Los semáforos de Tarifa», *Al Qantir: Monografías y documentos sobre la historia de Tarifa*, 12, 2012, págs. 161-175.

Quintero González, José, «La madera en los pertrechos navales. Provisión de motones, remos y bombas al Arsenal de la Carraca» *Tiempos Modernos: Revista Electrónica de Historia Moderna*, Vol. 4, n° 10, 2004, págs., 7-8.

Roda Alcantud, Cristina, «Historia y obras hidráulicas en Cartagena en los siglos XVIII y XIX: Ingeniería naval en el Arsenal de Cartagena», *Revista Murciana de Antropología*, 14, 2007, págs. 425-440.

Roda Alcantud, Cristina, *Historia e ingeniería en el siglo XIX. Vanguardia de la industria naval en el Mediterráneo Occidental. El Arsenal de Cartagena*.1ª, Cartagena, Gráficas Gómez, 2008.

Rodríguez González, A.R., «Los españoles en Trafalgar: navíos, cañones, hombres y una alianza problemática», En A. Guimerá, A. Ramos/G. Butrón (coords.) *Trafalgar y el mundo atlántico*. 1ª, Madrid, Marcial Pons, 2004, págs 195-214

Romeo López, José María, «El telégrafo óptico: 1790-1850: estudio crítico comparativo de los diferentes sistemas de transmisión utilizados», *El científico español ante su historia: la ciencia en España entre 1750 y 1850: I Congreso de la Sociedad Española de la Historia de las Ciencias*, 1980, págs.241-250.

Rovira Fernández de Mesa, Francisco Javier, *Tratado de Artillería para el uso de los caballeros guardias marinas, en su Academia, por don Francisco Javier Rovira, teniente de navío de la real armada y profesor de artillería en la misma Academia. Dedicado a la inmortal memoria de don Jorge Juan*.

Rubio Paredes, José María/Piñera Rivas, Alvaro de la, (1988), *Los Ingenieros Militares en la construcción de la Base Naval de Cartagena*, Colección Marte, 1ª. Madrid, Servicio de Publicaciones del E.M.E., 1988.

Rubio Paredes, José María, *Cartagena. Puerto de mar en el Mediterráneo*. 1ª, Barcelona, Lunwerg editores, 2005.

Sáiz González, José Patricio, *Invención, patentes e innovación en la España Contemporánea*. Oficina española de patentes y marcas, 1ª, Madrid, 1999, pág. 174.

San Pío Aladrén, María Pilar/Zamarrón Moreno, Carmen, *Catálogo de la Colección de documentos de Vargas Ponce que posee el Museo Naval*, Vol. I, Madrid, Instituto Histórico de Marina, 1980.

Sellés García, Manuel, *Astronomía y navegación en el siglo XVIII*. 1ª, Madrid, Akal, 1992.

Urteaga, Luis/Capdevila, Joan, «Tres hitos en el establecimiento de la red geodésica en Cataluña», *Eria*, 92, págs. 293-307, v., 2013, págs. 294-295.

Villas Tinoco, Siro, «Extranjeros en España y sus aportaciones a la ciencia y la técnica ilustradas». En: M.B. Villar García & P. Pezzi Cristóbal (eds.) *Actas del I Coloquio Internacional «Los extranjeros en la España Moderna», Tomo II*, Málaga, 2003, págs. 781-791.