

1

DE LOS CARPINTEROS DE RIBERA
A LOS SISTEMISTAS

D. José Manuel Sanjurjo Jul
Vicealmirante (r)



D. José Manuel Sanjurjo Jul

Vicealmirante Ingeniero (r)

Doctor Ingeniero de Armas Navales por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales ETSIAN.

Vicealmirante de la Armada Española.

Especialidad en Electricidad y Misiles.

Título de International Program Manager obtenido en el Defense System Management College (DSMC). USA.

Cursos de Alta Gestión y Administración de Recursos CESEDEM.

Inspector en el Astillero de Ferrol durante la fase de diseño fabricación e integración de las fragatas clase Santa María.

Posteriormente estuvo tres años destinado en NAVSEA (USN) Washington, como parte del Programa NAAWS.

Durante dos años Director del Programa FAMS en la Oficina Internacional de París (ITALIA, FRANCIA, UK)

Ya como Capitán de Navío fue Jefe de Programa de la Fragata F-100.

Subdirector de Mantenimiento General de la Armada (destino de Contralmirante)

Al ser ascendido a Vicealmirante es nombrado Director de Construcciones Navales en la Armada. La Dirección de Construcciones controla cuatro procesos fundamentales.

Durante este periodo dirige el diseño, construcción y pruebas de las nuevas unidades entre las que son de destacar: los submarinos de la clase S-80, las fragatas F-100, el buque de proyección estratégica LHD "Juan Carlos I".

Durante años ha sido Profesor asociado de la Escuela Superior de Ingenieros de Armas Navales y miembro permanente de la Comisión de Doctorado.

En Junio del 2009 es nombrado Académico de la Real Academia de Ingeniería.

Está en posesión de diferentes condecoraciones nacionales y extranjeras:

Gran Cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo.

Gran Cruz del Mérito Naval.

Navy Commendation Medal (Marina EE.UU.)

Es además Caballero de la Orden del Mérito de Noruega.

1 • DE LOS CARPINTEROS DE RIBERA A LOS SISTEMISTAS

D. José Manuel Sanjurjo Jul

Vicealmirante (r)

El arte de construir ha tenido la desgracia de caer siempre en manos de un mero practicon o entre las de un gran teórico que no saben lo que son las fuerzas del mar.

Jorge Juan

INTRODUCCIÓN Y CONSIDERACIONES PREVIAS

Esta conferencia es el resultado de extractar, debido a las lógicas restricciones de duración, un amplio trabajo aun no concluido, cuyo fin será realizar un extenso análisis de las innovaciones tecnológicas en el mundo naval militar y de su influencia en la evolución de los buques y submarinos.

Así que hoy, me limitare a recorrer “a vista de gaviota” el proceso evolutivo experimentado por el buque de guerra desde el siglo XVIII hasta nuestros días. A pesar de haberlo condensado, el lector seguramente es consciente de que desarrollar un tema de semejante extensión, a poco que se pretenda profundizar, requeriría más un ciclo completo de conferencias, que una conferencia de carácter general y divulgativo.

Es por eso, que antes de entrar en materia, creo imprescindible acotar el tema y el alcance. La primera consideración que me gustaría hacer con respeto al alcance, es clarificar, que es lo que entendemos por buque de guerra, ya que con toda seguridad, para diferentes lectores el término podrá tener distintos significados e interpretaciones. A los efectos que nos ocupan, solo consideraremos como tema troncal de la esta exposición, la evolución de los buques que en las distintas épocas se consideraron elementos fundamentales en la composición de las flotas,

excluyendo por lo tanto, otros tipos, como submarinos etc., ya que, si ampliásemos el abanico de clases, el público no especialista, seguramente se sentiría abrumado y confundido.

La historia de la evolución del buque de guerra desde el siglo XVIII hasta nuestros días, que como ya indique, es el marco temporal que me he impuesto para esta conferencia, es en gran medida la historia de los descubrimientos, las innovaciones y de los avances tecnológicos marítimos que tuvieron lugar en este periodo de tiempo y también la crónica de la de la transferencia de tecnología en ambas direcciones, entre los ámbitos civil y el militar. Creo necesario destacar, antes de comenzar la exposición, dos aspectos que pueden ayudar a un mejor entendimiento de la presentación. El primero es que, los avances en el mundo naval corresponden mucho más frecuentemente a lo que hoy entendemos por innovaciones evolutivas, que a verdaderas invenciones revolucionarias. El segundo que, contra de la opinión más generalizada, si exceptuamos la Segunda Guerra Mundial y ciertos periodos de la competición armamentista que la siguió, que conocemos como guerra fría, la difusión de la tecnología naval de aplicación a la plataforma (lógicamente exceptuando las armas), se produjo bastante más frecuentemente desde mundo civil al militar que en la dirección opuesta.

El Buque como plataforma de armas

Para cualquier aproximación al estudio de la tecnología del buque de guerra hay que tener siempre presente, que el buque de guerra, ha sido, es y será siempre, por encima de cualquier otra consideración, una plataforma de armas –con independencia del tipo que estas sean– y que por lo tanto, este principio condicionara de manera fundamental su diseño y su construcción. Como veremos a continuación, a lo largo de la historia, el diseño de los navíos, ha sido una búsqueda incesante de la solución óptima que permitiese lograr la máxima capacidad de combate para un tonelaje dado, y compaginar el máximo rendimiento de las armas navales del momento, con las necesarias características que inexorablemente impone el hecho de tener que desempeñar su actividad en un elemento adverso, la mar.

El sistema de interacciones

No quiero padecer demasiado darwiniano, pero la evolución del diseño del buque de guerra es un proceso que como el de la evolución en la naturaleza, no sigue una progresión lineal, sufre picos de desarrollo más o menos revolucionarios seguidos de periodos de estancamiento, pero en cualquier caso es un proceso sujeto a una constante innovación impulsada por factores que pasamos a considerar.



El Sistema de Interrelaciones.

Tal y como se esquematiza en el gráfico, existen tres factores fundamentales que inciden directamente sobre el proceso evolutivo del buque, y que por lo tanto conforman su arquitectura, en cada momento histórico y en cada país; factores caracterizados como la tecnología naval disponible, las armas navales en los inventarios de las marinas y los conceptos estratégico y doctrina naval de cada nación. Todos estos factores son interdependientes y están estrechamente interrelacionados, por eso, consideramos al conjunto y a sus interdependencias como un verdadero sistema, un modelo dinámico que nos ayude a entender el proceso de como nace un nuevo tipo de buque y como evoluciona hasta un punto que las nuevas condiciones del contorno lo empujan a la desaparición.

El primer factor a considerar –las armas navales en el inventario de las marinas–, resulta determinante en el proceso, ya que como se dijo anteriormente, no se puede perder de vista que el buque es sobre todo una plataforma de armas y por lo tanto hay que esperar que su diseño venga esencialmente condicionado por las características físicas y operativas de las armas del momento y de la manera de integrarlas a bordo. Por ejemplo, el buque de línea del XVIII fue un diseño optimizado para ser una plataforma artillera, lo mismo que los actuales portaviones son el diseño óptimo para operar los actuales aviones navales. A la hora de considerar el efecto de este factor, conviene tener presente que es el desarrollo que

sufrieron las armas navales a lo largo del tiempo, no siempre evolucionaron conjuntamente y en sincronismo, con el diseño y la construcción naval que siempre ha mostrado una mayor resistencia al cambio.

El siguiente factor lo constituye la tecnología de construcción naval disponible en cada época. Resulta evidente que la tecnología en todos sus aspectos, tanto de materiales, como en técnicas constructivas, de diseño, construcción de maquinaria, de artillería... etc, fueron determinantes a la hora de la viabilidad la topología de los buques requeridos. Pero también, no es menos cierto, que la necesidad de nuevos tipos de buques contribuyó activamente al desarrollo de nuevas tecnologías constructivas.

Y ya para finalizar, consideraremos el otro factor crítico, que es el concepto estratégico y la idea de poder naval imperante en cada momento y en cada nación y de su traducción a esquemas tácticos. Por ejemplo, la disposición de la artillería en los costados del buque de línea condujo a adoptar la lógica formación de la línea de fila para el combate, y al mismo tiempo una vez se estableció esta ortodoxia táctica, hubiera sido impensable cambiar radicalmente el diseño del navío. Estos tres elementos considerados forman un sistema de interrelaciones que aun hoy lo podemos utilizar para entender diseños actuales y predecir tendencias evolutivas.

LOS ANTECEDENTES HISTORICOS

Las armas navales, han evolucionado a lo largo de la Historia desde el espolón, pasando por el soldado de infantería embarcado, por el cañón, el torpedo, hasta la aviación naval, y el misil; y en el futuro con toda seguridad veremos armas de energía electromagnética dirigida, láseres o algunas que ni siquiera acertamos a vislumbrar.

El buque propulsado por remos y dotado de espolón fue durante siglos el máximo exponente del poder naval en el Mediterráneo, en particular el *trirreme* fue la gran innovación de la época clásica –cuando el oráculo de Delfos predijo que la salvación de Atenas sería su muralla de madera, Temístocles tuvo la visión de interpretarlo como una flota de trirremes invencibles, que al final vencieron en Salamina, aunque finalmente la ciudad no pudo salvarse–. En el *trirreme*, el buque en si era el arma, y el efecto destructor era función de la energía cinética que generaban los remeros con su esfuerzo muscular durante el régimen de boga de combate. El diseño de estos buques era una proeza de la ingeniería de la época; embestir e introducir el espolón en la obra viva del costado del enemigo y evitar ser arrastrado por el buque embestido requería un diseño muy ingenioso¹.

(1) Existe un diseño de este tipo documentado para el pecio de Marsala que corresponde a un buque del siglo tercero AC.

Dado que la energía cinética era el elemento determinante, es interesante observar los distintos conceptos que se fueron experimentando para acomodar el máximo número de remeros sin sobrepasar un límite de eslora, que inexorablemente estaba limitada por la resistencia longitudinal que podría lograrse con una construcción de madera y lo suficiente ligera para ser propulsada por remos. El *trirreme* fue la solución innovadora y la ventaja competitiva en su momento.

El buque clásico de combate propulsado a remos establece una larga línea evolutiva mediterránea que durara hasta el fin definitivo de las galeras en el siglo XVIII. En el mundo atlántico la evolución parte también de barcos mixtos de remo y vela, pero muy pronto se encauza hacia el buque oceánico con aparejos de velas cada vez más complejos que facilitarían la instalación de la artillería. Por el contrario, la enorme desventaja de la galera era el limitado espacio disponible para artillería, ya que la disposición de los remos impedía la distribución de la artillería por los costados, limitación que fue la que finalmente la sentenció². Sin embargo el combate naval basado en el abordaje y posterior lucha de la infantería enraizó tan hondo en la mentalidad naval que lo veremos sobrevivir hasta bien entrado el siglo XVII.

VELAS Y CAÑONES

El nacimiento del buque como plataforma artillera

La galera era un buque costero y de utilización operativa estacional, casi exclusivamente estival, pero la época de los descubrimientos impulsa el desarrollo de nuevos tipos de buques oceánicos con gran autonomía, capaces de realizar largos viajes en cualquier estación del año, y al mismo tiempo capaces de transportar cargas considerable. Buques diseñados para, mediante la combinación de un alto franco bordo que dificultase el abordaje y castillos a proa y popa que asegurasen reductos en los que resistir, incluso si este se produjese, y la instalación de diversa artillería de diferentes calibres, asegurar su propia defensa en costas hostiles.

Pero la gran revolución llegó en el Renacimiento con la incorporación masiva de la artillería a bordo. Ya con anterioridad se había comenzado a instalar con montajes de fortuna cañones en los buques, pero ahora se da paso a diseños específicos para poder empaquetar a bordo la máxima potencia de fuego —el buque como *plataforma artillera*—. Aparecen innovaciones como las portas en los costados y la artillería empieza a instalarse en cubiertas corridas montada sobre cureñas diseñadas especialmente para la utilización naval, que facilitan la recarga y la entrada en batería después de un disparo.

(2) Aunque la galera continuara hasta bien entrado el siglo XVIII, en las flotas mediterráneas, Lepanto marcara el punto de inflexión de su utilización.

Para muchos autores, sobretodo anglosajones, la primera gran confrontación que se libro en términos artilleros y no de abordaje fue la travesía del Canal de la Mancha por la Armada Invencible. Pero es durante las guerras anglo-holandesas cuando se define en sus términos generales el diseño de lo que se conocerá en el futuro como el buque de línea. Es durante esta época, cuando comienza a generalizarse el cañón, primero de bronce y después de hierro fundido, de ánima lisa y avancarga como el arma naval por excelencia y la táctica del combate de la línea de fila.



Cubiertas corridas y la táctica de Línea de Fila.

LA ILUSTRACION, LA PRACTICA DA PASO A LA CIENCIA APLICADA

El buque de línea

La arquitectura básica y la fisonomía del *buque de línea* quedan definidas a mediados del XVII. Las guerras anglo-holandesas, fueron el laboratorio en el que se produjeron las numerosas innovaciones técnicas y tácticas que finalmente confluyeron por una parte, en el diseño de buque de tres mástiles como plataforma artillera con cubiertas corridas para cañones de avancarga del mismo calibre (ver figura), y por la otra, en la táctica del combate en línea de fila. De la misma manera que ya había ocurrido anteriormente con el bordaje, esta táctica acabara enraizándose tan pro-

fundamente en la doctrina naval de las potencias de la época, que incluso sobrevivirá a la desaparición del *buque de línea*.

Estas innovaciones definieron este tipo de buque, que se convertiría en el elemento fundamental de las flotas, capacidad artillera y la necesaria robustez de construcción para soportar un combate en línea de fila, (durante el cual, el buque recibiría un número considerable de impactos y a su vez debía que mantener la máxima cadencia de fuego) serían sus requisitos distintivos. Además de la capacidad artillera y la robustez estructural, también debería de disponer de un aparejo que le permitiese mantener su posición en la formación de la línea antes y durante el combate, y al mismo tiempo le proporcionase la suficiente velocidad y maniobrabilidad para evadir una confrontación, si ese fuese el caso³. Tan optimizada fue la configuración resultante al final de la larga y sangrienta contienda entre Holanda e Inglaterra, que el diseño básico del *buque de línea* permanecerá ya prácticamente invariable en los aspectos fundamentales por casi otros dos siglos, durante los cuales únicamente se producirían cambios incrementales en su desplazamiento y en su capacidad artillera, alcanzando el zenit durante Trafalgar, que marcará el comienzo del fin de estos soberbios buques.

LA EPOCA DE LA ILUSTRACION

- ◆ LOS ARSENALES SON LOS MAYORES COMPLEJOS INDUSTRIALES EN LAS TRES POTENCIAS NAVALES
- ◆ EL EMPIRISMO DA PASO A LA CIENCIA EN LA ARQUITECTURA NAVAL
- ◆ LAS MENTES MAS BRILLANTES DE LA EPOCA SE AFANAN EN RESOLVER LOS PROBLEMAS DEL DISEÑO DE BUQUES



ARFOL 72/11

La época de la Ilustración.

(3) Este requisito tendría gran influencia en los diseños franceses.

El cañón naval

Después de las guerras anglo-holandesas, tampoco la artillería a bordo sufre grandes cambios durante todo el siglo XVIII. Consolidado el cañón de hierro fundido de avancarga, montado sobre cureña naval, como el arma de las marinas por excelencia, se emprende un proceso de paulatina mejora, que abarca fundamentalmente a métodos de fundición y de barrenado que proporcionaran cañones mas fiables, capaces de soportar mayores cadencias de disparo sin peligro de reventar y sobre todo, un menor huelgo proyectil-anima con la consiguiente reducción de la carga de proyección. En cuanto al desarrollo y mejora de métodos de puntería, si exceptuamos la adaptación de la llave de chispa al cañón naval, nada o casi nada se avanza en este aspecto.⁴ El combate naval se sigue librando a distancias en las que importa más la cadencia de disparo que la puntería.

Los calibres de los cañones a bordo se normalizan en base no al diámetro de las bocas, sino al peso de las municiones y las tres potencias navales del momento, Inglaterra, Francia y España utilizan prácticamente los mismos tipos de cañones, calibres y cureñas. Pero Inglaterra tiene dos ventajas importantes: la primera es que dispone de tecnología para fundir cañones con altos hornos de coque, mientras que Francia y España solo pueden fundir a base de carbón vegetal, que limitaba la capacidad total de los hornos y creaba un modelo industrial de producción inviable a largo plazo por la lógica extinción progresiva de los bosque circundantes a las fundiciones. Y la otra ventaja, no menor, que juega a favor de Inglaterra era la superioridad de su industria mecánica que le permite el mecanizado de cañones con mayor precisión.

Hacia finales del último cuarto de siglo aparecen nuevas armas como la carronada o el cañón “bombero”, pero realmente no juegan un papel fundamental ni en la táctica ni en el diseño del navío. El peso de la potencia de fuego lo seguirá proporcionando el cañón tradicional, Trafalgar será básicamente un duelo artillero de cañones clásicos, en las que las nuevas armas no puede decirse que jugasen un papel importante.

Retomando otra vez el hilo del tema central, a lo largo del XVIII, y sobre todo durante el periodo de las guerras napoleónicas, el *buque de línea* sigue ganando protagonismo, y acaba por establecerse como el instrumento del poder naval, e indirectamente del poder militar. Para Inglaterra mantener una flota superior a la francesa y española combinada es cuestión de vida o muerte, ya que, si permitiese perder su superioridad naval en el Canal, abriría la puerta a un desembarco del poderoso ejer-

(4) A la hora de establecer el peso máximo del proyectil, y por lo tanto del mayor calibre, pesa la consideración ergonómica de que un solo hombre fuese capaz de transportarlo hasta la boca.

cito francés con imprevisibles consecuencias para su supervivencia. La superioridad en número y en la tecnológica del buque de línea se convierte así en una cuestión estratégica.

En lo que será ya una constante en la historia naval⁵, Francia, concluye que no será posible igualar a Inglaterra en número de navíos operativos en la mar, pero ve la oportunidad de contrarrestar la superioridad numérica británica con tecnología, recurriendo a la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos de la época a la mejora del diseño del buque⁶.

Ingenieros vs carpinteros de ribera

Enmarcado en esta estrategia, en la segunda mitad del siglo, por primera vez se utiliza de manera sistemática el conocimiento científico aplicado a la optimización del *buque de línea*⁷. Primero en Francia y después en España, se crean academias de ingenieros y la mentes más brillantes del siglo realizan aportaciones en los diferentes aspectos que pudiesen contribuir al diseño racional de los buques, en estabilidad, en la disposición de los mástiles, en las líneas de agua etc.

Uno de los problemas fundamentales del diseño radicaba en compaginar las limitaciones que la construcción de madera imponía en la eslora del buque con la máxima carga posible de artillería a bordo. La estabilidad del buque como es lógico entraba en conflicto con la posición de los pesos altos que suponía la artillería en las cubiertas superiores. Otra especificación de diseño crítica era la de poder utilizar en condiciones adversas la artillería de la cubierta baja, capacidad que dependía de la altura mínima de las portas bajas sobre la línea de flotación. Tener que prescindir de toda la artillería de una cubierta por el estado de la mar o por la escora era lógicamente una importante limitación operativa.

Por otra parte la doctrina naval de cada potencia condicionaba en gran medida el tipo de construcción. Si se optaba por una doctrina de bloqueo – como es el caso de los británicos- los buques debían de permanecer en la mar durante todo el año, en verano e invierno y por lo tanto afrontando frecuentemente condiciones duras de mar. Lógicamente en

(5) Como veremos en esta misma ponencia este esquema se repetirá con el manifiesto de Paixans, la Jeune Ecole, etc.

(6) Es Francia, la que a mediados del XVIII, emprende una transformación radical de la enseñanza militar, apostando abiertamente por la formación matemática y científica de los oficiales. La transformación incluye la creación de los prestigiosos centros de enseñanza, que radian el conocimiento técnico a distintos aspectos de la sociedad, y que en lo referente a la Marina no tarda en reflejarse en la manera de afrontar la construcción naval.

(7) Ver Larrie D. Ferreiro, “*Ships and Science*”(2007) MIT Press

EL IMPACTO DE LA REVOLUCION INDUSTRIAL

A la hora de analizar la influencia Revolución Industrial en el mundo naval, y en particular en la evolución del buque de combate, creo que convendría diferenciar dos etapas distintas de desarrollo de la tecnología de aplicación naval. Una primera bajo la influencia de la maquina de vapor, el carbón y el hierro – que abarcaría básicamente el siglo XIX, y de manera especial la segunda mitad -, y una segunda época influenciada por el motor de combustión interna, el petróleo y el acero, - que abarca la transición de siglo, las dos Guerras Mundiales- y en la que de alguna manera aun estamos viviendo.



El fin de una era.

Si el siglo XVIII fue el siglo de la racionalización, codificación, acumulación sistemática del conocimiento y del comienzo de la aplicación de la ciencia al diseño naval, el siglo XIX, en especial la segunda mitad, fue un siglo de profundos avances científicos y técnicos que afectarían a todos los ámbitos de la sociedad, transformando el tejido social de las naciones, y la redistribución del poder internacional con el consiguiente eclipse de antiguas potencias y el nacimiento de otras nuevas. Este cambio crea un ambiente de optimismo y esperanza hacia la ciencia, la tecnología el progreso técnico. Es la época de las exposiciones internacionales, de las grandes obras de ingeniería y no por casualidad

la aparición del género de ciencia ficción, novelas como las de Julio Verne o Frankenstein serían impensables unos pocos años antes. Si se me permite la licencia del símil pictórico, en 1873, Claude Monet pinta su rompedora impresión al amanecer, que nos da la medida de la profunda transformación que está sufriendo la sociedad occidental.

Las marinas no podrán mantenerse al margen de cambios tan profundos y se verán impulsadas a acompañarse a un mundo que cambia rápidamente. En pocos años se pasará de la madera y el trapo, al vapor, el acero y la electricidad. Así como Lepanto fue el cenit de las galeras y el fin de una era, Trafalgar será la última gran batalla entre flotas de buques de línea y al mismo tiempo el fin de una época de inmovilismo tecnológico y táctico que había durado casi doscientos años. Tanto es así que al final del siglo XVIII, una dotación de un galeón de la Carrera de Indias podría haberse embarcado en el *Montañés*⁸ y no tendría grandes problemas para manejarlo y combatir en él; solamente unos años después y ya en plena la revolución tecnológica a bordo, si ahora trasladásemos a la dotación del mismo *Montañés* a la fragata acorazada *Numancia*, este buque les parecería una nave de ciencia ficción.

El propio Nelson no era consciente, de hasta qué punto el mundo a su alrededor estaba cambiando. Sabemos por su correspondencia, que se encontraba tan seguro de sus buques, de sus dotaciones y de la manera de combatir con ellos, que en diversas ocasiones desestimó demostraciones de invenciones para mejorar la puntería de la artillería naval. Nelson ese enorme y admirado almirante no era consciente que enormes fuerzas de cambio estaban ya gestándose y si no hubiese muerto en Trafalgar hubiese asistido a la profunda transformación de la Royal Navy.

La postura del famoso almirante, demuestra una actitud que se repite constantemente en la Historia, ya que cuando nace una nueva tecnología, casi siempre es inicialmente más imperfecta que la que trata de sustituir, por lo que parece razonable que los utilizadores no tengan incentivo para el cambio, a no ser que se vean forzados por otras razones o por evidentes ventajas.

La Revolución Industrial, trae consigo transformaciones tecnológicas que van a cambiar drásticamente al buque de combate. La madera dejara de ser el único material estructural y paulatinamente será reemplazado, a medida que progresa la técnica de la fundición y tratamiento de los materiales, primero por el hierro y posteriormente por el acero. Las velas, dejan paso a la máquina de vapor alternativa y a la turbina y al carbón y la artillería inicia un rápido proceso de avances en los propulsores, los proyectiles, las cureñas, en la metalurgia y fabricación del tubo y en los elementos de puntería.

(8) El *montañés*, un soberbio buque de 74 cañones y uno de los últimos diseños de Gaztañeta.



El efecto de la primera ola de la Revolución Industrial.

Si se me permite recurrir de nuevo a la pintura, pocas imágenes resultan tan representativas, como el cuadro de Turner que se muestra en la figura, para expresar el cambio de una época: el pasado, el *Temeraire*, un veterano de Trafalgar, digno, majestuoso, – en tonos pálidos casi fantasmagóricos- es remolcado hacia el desguace por el futuro, un remolcador de vapor –en tonos rojizos, antiestético, y escupiendo fuego por la chimenea como símbolo de su imparable poder . ¡Un nuevo mundo esta naciendo!

LA PRIMERA OLA, AUTOPROPULSION. LA INTRODUCCION DEL VAPOR

De todos los cambios tecnológicos que se producirán en el XIX, un siglo verdaderamente fértil en invenciones e innovaciones, sin duda alguna, la maquina de vapor será de las que tenga una mayor influencia en la futura evolución del buque de combate, en la táctica y en la estrategia naval y en ultimo termino, en el equilibrio geoestratégico. En definitiva, el vapor, terminara causando una gran revolución en la guerra naval, como muy bien lo definió Bernard Brodie, las marinas entraban en

“the machine age”⁹ del poder naval. Las marinas, impulsadas por el gran cambio tecnológico que esta sufriendo la sociedad, se incorporan de manera traumática a la era de la Revolución Industrial¹⁰, dejando por la popa doscientos años de tradición, en pocos años el acero, el carbón y el vapor transformarían radicalmente el diseño del buque de guerra y de las armas navales.

AUTOPROPULSION



◆ LA MAQUINA DE VAPOR DE RUEDAS Y DESPUES DE HELICE SUPUSO UN CAMBIO TECNOLOGICO RADICAL Y UNA NUEVA DIMENSION DE LA GUERRA NAVAL

◆ FINALIZABAN 200 AÑOS DE INMOVILISMO TECNOLOGICO Y TACTICO

A la hora de analizar el fenómeno de la asimilación de la tecnología del vapor por las marinas, es conveniente tener presente, que el Reino Unido era la potencia tecnológica hegemónica durante la primera mitad del siglo XIX. Los años cruciales de la implantación del vapor, primero en la marinas mercantes y después en las militares, abarcan desde el fin de las guerras napoleónicas, hasta la mitad de siglo. La expansión de la propulsión a vapor en el mundo comercial se realiza en el Reino Unido de una manera sorprendente rápida¹¹, sobre todo si tenemos en cuenta el

(9) Bernard Brodie, *Sea Power in the Machine Age*. Princeton University Press, 1941

(10) En cierta medida hoy estamos viviendo un fenómeno similar, transformando nuestras fuerzas armadas para la era de la información.

(11) Ver. el artículo “Technological advance and innovation in the difusión of the early steam ship in the United Kingdom, 1812-34” de John Armstrong y David Willians en el numero de Febrero del *Mariner-s Mirror*.

aparente escaso aliciente inicial para la introducción de una tecnología cara y como suele ocurrir, en sus comienzos poco fiable. Sin embargo la iniciativa privada encontró un nicho en el que el buque a vapor tenía una ventaja competitiva con el velero, basada en que a pesar de su falta de fiabilidad inicial el vapor proporcionaba horarios y duración de trayectos mucho más predecibles, esenciales para actividades como el correo, el tráfico de pasajeros, o el transporte de mercancías especiales en las que la rapidez y la predecible regularidad de entrega compensaba el coste.

A medida que se fue produciendo la introducción del vapor, los rápidos y continuos avances en metalurgia y en las máquinas herramientas para el mecanizado de precisión, permitieron disponer de máquinas alternativas de vapor cada vez de mayor potencia, más eficientes y más fiables. La minería y la rápida expansión del ferrocarril supusieron también fuertes alicientes para el desarrollo de la máquina de vapor.

Dada la supremacía tecnológica que en aquel momento gozaba el Reino Unido, cabría esperar que hubiese sido la Royal Navy la que hubiese liderado la introducción del vapor con el mismo ímpetu con el que se realizó en la marina mercante, pero la asimilación por RN comenzó más tarde, aunque una vez iniciada no podría decirse que fuese lenta. El lógico conservadurismo del Navy Board¹², jugó un papel importante en el retraso a la hora de introducir la nueva tecnología, retraso justificado en parte por la falta de madurez inicial, pero sobre todo porque su implantación planteaban problemas logísticos nuevos, tanto de estaciones de carbón como de nuevas infraestructuras para el mantenimiento y adiestramiento del personal para el manejo de estas nuevas plantas. Otro factor no desdeñable en absoluto, que justifica el retraso, fue la aparición a bordo de una nueva clase de profesionales, el ingeniero embarcado.

A pesar de la citada supremacía británica, fue sin embargo Fulton, en los EEUU, el que en 1814 primero incorpora la máquina de vapor a un buque de guerra mediante un diseño realmente innovador. El *Demologos* era una batería flotante diseñada para la defensa del puerto de New York durante la guerra con Inglaterra,. Consistía en un catamarán propulsado por una rueda de palas instalada a crujía, con lo que los costados quedaban libres para la instalación de artillería. El *Demologos* era sin duda alguna una defensa formidable para una instalación portuaria, pero Fulton era consciente de las limitaciones, el no había intentado diseñar un buque con prestaciones oceánicas.

El buque propulsado por ruedas tenía demasiadas desventajas para convertirse en el sistema de propulsión de un buque de combate oceánico,

(12) El Navy Board era el organismo responsable de las adquisiciones bajo la dirección del Admiralty

por eso no son de extrañar las resistencias iniciales de las marinas a adoptar esta tecnología en sus buques de línea. Sería necesario esperar hasta la invención de la hélice para asistir a la verdadera generalización de la propulsión a vapor, no solo por las ventajas operativas que suponía la eliminación de las ruedas de paletas, sino por la ventaja desde el punto de vista de diseño. La hélice permitía disponer la planta propulsora, que antes tenía que ir en cubiertas superiores, ocupando un espacio vital, con enormes ruedas muy vulnerables en los costados, en las cubiertas inferiores, aumentando la protección y sobre todo bajando el centro de gravedad y liberando espacio en las cubiertas altas y los costados para la artillería.

La hélice o la mayoría de edad de la propulsión a vapor

Si bien la hélice abre una nueva perspectiva y despeja el horizonte para el desarrollo de la propulsión a vapor en las marinas, su aceptación no será ni mucho menos unánime. Durante algún tiempo existió un extenso debate sobre los pros y los inconvenientes de los dos sistemas de propulsión. En este ambiente de polémica y debate, es ya conocida la prueba realizada por la Royal Navy en el arsenal de Woodwich, durante la cual dos buques similares, el Rattler propulsado con hélice y el Prometheus propulsado con ruedas, unidos con un cable de remolque por la popa tiraron en direcciones opuestas. ¡Para sorpresa de muchos escépticos, la hélice se mostró superior a la rueda!

Es Francia - en lo que es una constante a lo largo de la Historia Naval entre las dos naciones- se ve al vapor como una nueva oportunidad de compensar la superioridad del poder naval británico mediante la utilización de tecnología y como veremos mas adelante se empieza a gestar una escuela de pensamiento naval que se conocerá como la “Jeune Ecole.”

CORAZA Y CAÑONES. LA MAYORIA DE EDAD DEL ACORAZADO

Como ya hemos visto, los cambios tecnológicos, como la introducción del vapor, la hélice y la construcción de hierro tuvieron un profundo efecto en la configuración del navío, pero los acontecimientos internacionales de la época acelerarían aun mas esta transformación, de tal manera que en la transición de siglo el buque de combate ya no guarda ninguna semejanza con sus antecesores.

Es conveniente destacar que los avances tecnológicos indicados, tanto en la propulsión como en la construcción en hierro, se producen independientemente de las innovaciones en materia de artillería, como por ejemplo el cañón con proyectiles explosivos y anima rayada. Sin em-

bargo fueron los avances en artillería los que impulsaron la evolución del blindaje, ambos procesos se retroalimentaron mutuamente de ahora en adelante, dando paso a una carrera de armamento que terminarían confluyendo en un tipo de buque totalmente nuevo: *el acorazado*¹³

**EL NACIMIENTO DE LA CORAZA
EL MANIFIESTO DE PAIXANS**



- ◆ **EL FRACASO DEL BOMBARDEO DE SEBASTOPOL (1854) Y LA MASACRE DE SINOPE SENTENCIAN AL BUQUE DE LINEA DE MADERA**
- ◆ **EL BOMBARDEO DE KINBURN SE REALIZA CON BATERIAS FLOTANTES ACORAZADAS**
- ◆ **PAIXANS : UNA COMBINACION DE BUQUES ACORAZADOS CON ARTILLERIA DE TIRO TENSO Y PROYECTILES EXPLOSIVOS PUEDE ANULAR LA SUPERIORIDAD NUMERICA BRITANICA**

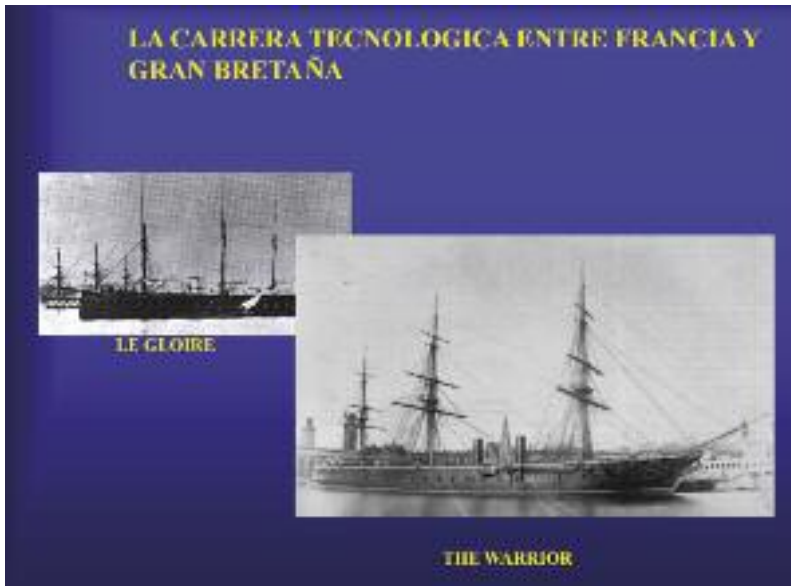
Nace el blindaje

El primer capítulo de esta historia es el ocaso del blindaje a base exclusivamente de madera que había constituido la protección de los buques de línea durante todo el siglo XVIII (y continuo utilizándose hasta bien entrado el XIX). La protección de los costados de los buques mediante la superposición de forros de madera había resultado eficaz contra los proyectiles sólidos de la artillería de avancarga de la época, pero los nuevos avances en proyectiles explosivos venían ya anunciando desde antes de Trafalgar, que la protección a base de costados de madera tenía los días contados.

El fracaso del bombardeo de las defensas rusas en Sebastopol por la coalición británico-francesa durante la guerra de Crimea y la masacre

(13) Quiero prevenir al lector, que precisamente por lo tan íntimamente interrelacionados que están los avances de la artillería y de la coraza en esta época, puede encontrar diferentes interpretaciones sobre cual fue la causa y cual el efecto.

de la flota turca por la artillería naval rusa en Sinope, son dos hechos que vinieron a evidenciar la debilidad del buque de línea de madera y que su época, forzada por los avances de la artillería, había llegado definitivamente a su fin. Después del bombardeo de Sebastopol, la reacción de la coalición fue rápida y durante el bombardeo al fuerte ruso de Kinburn – durante la misma guerra- se ¹⁴utilizó, con rotundo éxito, baterías flotantes con casco de madera blindadas con chapa de hierro. Nace el blindaje mixto y se pone la primera piedra del futuro acorazado



Las lecciones de la guerra de Crimea se interpretan en Francia como una oportunidad de equilibrar la superioridad naval británica a base de explotar e integrar las nuevas tecnologías: la maquina de vapor, la coraza y el cañón de proyectiles explosivos. Es precisamente el general politécnico Paixans – inventor del cañón de proyectiles explosivos “canon obusier”- el que publica un manifiesto sobre el valor asimétrico que tendría una flota de pequeños buques acorazados, propulsados con vapor y armados con los cañones de su invención¹⁵. Este ambiente se plasmó en el diseño de uno de esos buques que marcaron un hito en la historia de la construcción naval: la “*Gloire*” (1858)

(14) No es que esta fuese una innovación revolucionaria, ya que ya se habían utilizado el mismo concepto durante el asedio de Gibraltar el siglo XVIII.

(15) Henri-Joseph Paixans publicó su manifiesto “La nouvelle force maritime” en 1822.

Inglaterra, que no podía permitir que Francia la sobrepasase tecnológicamente en armamento naval, reacciono al “*Gloire*” con un verdadero salto tecnológico, el “*Warrior*”, el primer buque de guerra acorazado construido con estructura de hierro.

Pocas batallas navales son tan conocidas por su posterior repercusión como el indeciso combate entre el CSS Virginia y el USS Monitor, en la que se puede considerase la primera batalla entre buques acorazados. Esta batalla marca un punto de inflexión ya que, con posterioridad a la guerra civil americana hay una proliferación de buques blindados, que aunque aun con casco de madera y mas fluviales que oceánico marcan una tendencia ya que será imparable.

Innovación en la Artillería. Más velocidad inicial, mas alcance

No me importa repetirme, pero nunca perdamos de vista que el buque de guerra es una plataforma de armas y que entramos en una época, en que el arma principal, que es el cañón, experimenta profundos cambios y estos originaran a su vez modificaciones en el diseño de los buques. Para entender la posterior competición que se estableció entre los avances de la artillería naval la artillería y las innovaciones tecnológicas en la coraza, es necesario analizar con algún detalle el desarrollo de la artillería hacia el último cuarto de siglo. En esta época tanto la teoría de la balística interior como la balística exterior estaban ya muy consolidadas científicamente¹⁶ y la artillería se convierte en una verdadera ciencia y en una de las fronteras de la tecnología del momento¹⁷. La ingeniería de la artillería era equivalente a lo que podía ser el programa espacial del siglo XX. Todos los progresos estarán orientados a obtener mayor alcance, mayor poder de penetración en las corazas y mejor precisión.

Para tener una idea del poder de penetración de la artillería de la época, hay que tener en cuenta que por ejemplo, la coraza del Warrior era de 4 1/2 pulgadas de hierro forjado, pero que ya en 1870 pruebas realizadas en la Spezia demostraron que los cañones Armstrong de 17, podían perforar planchas de 22 pulgadas. Per es realmente a partir de los años setenta, cuando se produce una serie de avances que hace obsoletas rápidamente las armas de la anterior generación. La técnica de fabricación mediante forjado, el rayado y los avances metalúrgicos hicieron posible los cañones navales de gran potencia y gran alcance.

(16) Fue el ingles Benjamin Robins (1707-1751) el que aplico los principios de la física de Newton a los principios de la balística.

(17) No es por casualidad que el argumento de la novela *De la Terre a la Lune* de Jules Verne se desarrolle alrededor de un club de artilleros sito en Baltimore, a cuyo presidente Barbicane, se opone precisamente el capitán Nicholl, un diseñador de corazas

USS MONITOR DE ERICSSON (1862)



El cierre de culata

Después de periodos de indecisión la Royal Navy finalmente se decanto por adoptar en la artillería naval los cierres de culata, despejando el camino al desarrollo de sistemas automáticos de carga y a la utilización de cargas de proyección de mayor potencia. Paralelamente, los avances metalúrgicos permitirán la construcción de cañas zunchadas capaces de soportar mayores presiones de los gases de impulsión. Por otra parte, el desarrollo en la teoría de la balística interior, se traducen en el diseño de geometrías de granos de propulsante que liberan gases durante la combustión de tal manera que permite mejorar el rendimiento de la energía liberada y de esta manera, aumentar la velocidad inicial de los proyectiles.

Las “pólvoras” sin humo

El descubrimiento por Alfred Nobel de los propulsores sin humo fue otro hito en los avances de la artillería naval, la Royal Navy se apresuro a introducir la cordita a bordo, propulsante basado en la formula de Nobel que presentaba una clara ventaja operativa a la hora de corregir la puntería y mejorar sensiblemente el aumento de potencia de las bocas de fuego.

Con el fin de no perder el hilo conductor del tema de esta exposición, conviene recordar que todos estos avances suponen al final, mayor energía cinética y mas alcance – que se traduce un mayor ángulo de incidencia del impacto- que en términos de construcción naval quiere decir mas espesor de blindaje y acorazar las cubiertas superiores para protegerse de las trayectorias balísticas a gran distancia.

EL TORPEDO, EL TORPEDERO Y EL DESTRUCTOR

La invención de torpedo por Robert Whitehead en los años sesenta del XIX supuso una verdadera revolución en el desarrollo de las armas navales, el torpedo fue un arma que iba a jugar un importante papel en la aparición de nuevos tipos de buques, en la transformación del submarino en una verdadera unidad de combate y en el impulso de la incipiente aviación naval.

Si acudimos a nuestro diagrama de interrelaciones (figura 1), podremos analizar las implicaciones de la aparición del torpedo. La primera implicación será su impacto en las tres dimensiones de la guerra naval; primero en el combate de superficie, con la aparición de nuevos tipos de buques diseñados para el lanzamiento de estas armas – los torpederos-. En otra dimensión, el torpedo autopropulsado es el que permite que el submarino se convierta en un verdadero sistema de armas, limitado en los inicios a un papel costero, pero que con el posterior desarrollo del motor de combustión interna se convertirá en un arma oceánica. El torpedo vino también a añadir una nueva capacidad a la aviación naval, la innovación de lanzar torpedos en vuelo rasante – como se demostraría en ataque de Pearl Harbor o al acorazado Bismark – convertía al avión torpedero en un arma ofensiva muy eficaz. Este tema lo trataremos en mayor extensión en el apartado de aviación naval.

La aparición del torpedo ejercerá una influencia considerable en la doctrina naval de las potencias del momento. La invención no paso desapercibida, como había ocurrido con otras innovaciones, porque, especialmente para Alemania y para Francia, el torpedo ofrecía la oportunidad de anular la hegemonía británica en acorazados. Sin embargo, fue el Reino Unido el que se apresuro a adoptar el arma y adquirir los derechos de fabricación de Whitehead. A comienzos del siglo XX el torpedo había alcanzado un sorprendente desarrollo y ya estaba en servicio en numerosas marinas, en especial en Francia y Rusia que lo adoptaron con gran entusiasmo.

En Francia surge la *Jeune Ecole* que preconiza una fuerza de torpederos capaces de batir a los acorazados británicos evitando que bloqueasen a los puertos franceses. Pero no fueron únicamente el grupo de entusiastas oficiales franceses, los que creyeron que el torpedo finalizaría con el rei-

nado del acorazado, sino que muchos oficiales de otras marinas, como siempre que aparece una nueva arma, compartían la opinión de que el torpedo haría que las flotas quedaran obsoletas de la noche a la mañana.



El torpedo no terminaría con el reinado del acorazado como se había predicho, pero creo la oportunidad para la evolución de toda una nueva clase de buques, y es así, como nace el *torpedero*, un nuevo tipo de buque especializado en el lanzamiento de este tipo de armas contra buques de superficie. Un buque necesariamente pequeño y veloz, que no supusiese un blanco fácil para la artillería del acorazado, pero con la lógica limitación de no ser adecuado por lo tanto, para resistir las condiciones de alta mar.

Creo que la evolución de este tipo de buque merece algunas líneas, ya que en su momento se trataba de un producto de alta tecnología, símbolo de una competición entre las potencias industriales, similar a la que años más tarde se produciría en el campo de la aviación y del automóvil. El nuevo tipo de buque evoluciona a partir de botes de alta velocidad propulsados a vapor provenientes del campo comercial, que con sus máquinas ligeras y de alta potencia estaban en el límite de lo que la tecnología del momento podía proporcionar¹⁸. Piénsese que las primeras

(18) Inicialmente solamente, Thornicroft, Yarrow, Normand, y Schichau disponían tecnología para acometer la construcción de este tipo de buques.

lanchas torpederas alcanzaban los 17 nudos pero que en pocos años, por ejemplo el *Forban* francés daba ya 32 nudos. El concepto del torpedero, aunque nació como casi una embarcación deportiva de pequeño desplazamiento y gran velocidad, sufrió diferentes cambios e innovaciones a lo largo de los últimos años del XIX, con una constante tendencia general desde su aparición al aumento de desplazamiento.

El destructor

La reacción a la aparición del buque torpedero fueron el cañón de tiro rápido y a su vez, un nuevo tipo de buque que estaría encargado de proteger a los acorazados del ataque de los enjambres de torpederos: *el destructor*. Como cabría esperar los dos tipos diferentes de buques fueron confluyendo hacia un único diseño que podía realizar las dos misiones. El nuevo tipo se desarrolla rápidamente, y al final del XIX, los buques habían alcanzado ya un desplazamiento de casi 500 toneladas y velocidades de más de 32 nudos. Es de destacar que algunos modelos incorporaron la turbina de vapor para alcanzar la velocidad máxima deseada.

Aunque cae fuera del alcance que nos impusimos para esta ponencia, por su importancia, tenemos que mencionar ahora a la otra gran innovación de la guerra naval: el submarino. Como ya se indicó, el submarino alcanza su mayoría de edad gracias al desarrollo de los torpedos y a los avances en los motores de combustión interna, eléctricos y de baterías. El submarino es ya un verdadero sistema de armas en la Primera Guerra Mundial pero es durante la Segunda cuando se convierte en una verdadera arma capaz de condicionar el desarrollo de la guerra. Avances como el “snorkel” aumentaron la indiscreción del submarino y demostraron que el submarino era un arma capaz de operar en alta mar.

INTEGRACION DE SISTEMAS Y LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Durante la transición de siglo surge un considerable número de innovaciones a bordo, unas provenientes del mundo civil y otras específicamente navales, entre las que hay que destacar sobre todo, las relacionadas con la mejora de la eficacia del tiro naval. De todas ellas, la incorporación de la electricidad y de la radio, propiciaron que se iniciara el largo camino de la integración de sistemas a bordo en su doble vertiente: la de los sistemas “intramuros”, es decir los internos al buque y la de la integración “extramuros” es decir comenzar a dar los primeros pasos indecisos en la dirección de interconectar a los buques en una fuerza naval.

Un tímido inicio a la era de la información

La adopción de la radio en 1900 por la Royal Navy, aunque a una escala modesta, inicio la era de la información en la guerra naval. A comienzos de la Primera Guerra Mundial las flotas estaban enlazadas por radio y comenzaba a nacer la idea de la fuerza naval como una integración de unidades con distintas capacidades y en última instancia la consecuencia fue el incremento del radio de acción de una fuerza. El lector puede suponer que la instalación a bordo de las antenas de comunicaciones, si bien no es un elemento fundamental a la hora de definir un buque, si tiene su importancia en la disposición e la cubierta superior y de los palos.

Calculadoras y cañones

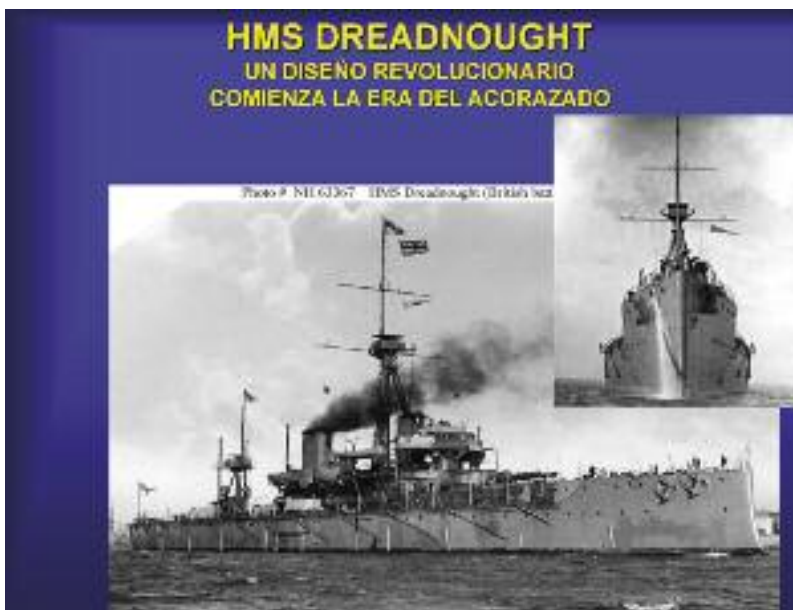
Pero el verdadero paso revolucionario que se dio para de aumentar el alcance y la decisión de la acción de una fuerza, causo una nueva transformación en la guerra naval: los directores de tiro. La gestión del tiro artillero centralizado desde un único director permitió incrementar la eficacia y el alcance de la artillería de gran calibre. Los acorazados del tipo “*dreadnoughts*” fueron los primeros en incorporar a bordo todos los elementos de la artillería científica, telémetros de coincidencia, tablas de tiro fiables y métodos de corrección de tiro normalizadas y dirección de tiro centralizada, que permitiría concentrar todo el tiro simultáneo de las baterías de un navío sobre un único blanco. Los avances en la integración de sistemas y en el desarrollo de propulsantes incrementaría la distancia eficaz del tiro naval de 6000 a 20.000 yardas de forma espectacular en poco menos de una década.

Recordemos lo que comentamos en el apartado anterior, el combate artillero a larga distancia tuvo implicaciones importantes en el diseño de los buques; debido al ángulo de incidencia del tiro, ahora la coraza ya no era suficiente con que protegiese los costados, ahora era necesario el blindaje de las cubiertas.

EL “DREADNOUGHT” COMO PROTOTIPO DE LA EDAD DEL ACORAZADO

La génesis del Dreadnought. Artillería de un único calibre

En los años en los se produce la transición de siglo, el acorazado ya es considerado universalmente como el buque principal de las flotas. El acorazado se ha convertido, el del poder naval y en de la pujanza industrial y tecnológica de las naciones que demuestran su capacidad para diseñarlos y construirlos.



Alrededor de los años 90, el acorazado estaba armado con una combinación de artillería de gran calibre (12 pulgadas) para el combate con otros acorazados y cañones de medio calibre (9, 8, 7 y 6 pulgadas) que le proporcionaban la defensa contra los torpederos.

Los cañones de 12 pulgadas tenían un alcance efectivo hasta las 6000 yardas y un apreciable poder de penetración, aunque a estas distancias el tiro era lo suficiente tenso como para que no hubiese que blindar especialmente las cubiertas principales. Pero en pocos años la artillería era capaz de alcances hasta las 8000 yardas y tanto Scott en el Reino Unido como Sims en los EEUU habían ideado sistemas para mantener puntería continua, con calculo preciso de distancias y métodos fiables de corrección de tiro. El tiro a estas distancias acarrea ángulos de incidencia sobre la cubierta principal, ya no era suficiente reforzar la coraza lateral, ahora era necesario blindar también las cubiertas principales.

El siguiente paso evolutivo, se dio como consecuencia del replanteamiento de la misión del acorazado (que surge simultáneamente en el seno de varias marinas pero que se formula en los círculos de pensamiento naval británico) en los términos de que si la principal misión del acorazado era batir a otros acorazados, desde un punto de vista artillero, tenía mas sentido dotar a los buques del numero máximo de cañones del mayor calibre posible, y es como así surge el concepto del *acorazado mono calibre*.

El Almirante Fisher fue el gran impulsor de esta idea y en 1905 se pone la quilla del *Dreadnought*, que sería el paradigma de los futuros acorazados. El buque de 18.000 toneladas montaba cinco torres dobles de 12 pulgadas e incorporaba una innovación destacable, propulsión a turbina de gas y calderas con fuel.

El crucero de flota

La innovación de Fisher no fue únicamente el acorazado mono calibre, simultáneamente creo el concepto del *crucero de flota*. Hasta entonces el crucero era un buque que realizaba las misiones equivalentes a las que realizaban las fragatas en los tiempos del buque de línea: exploración, despachos, persecución del tráfico mercante y presencia en las colonias. Hasta entonces, los cruceros estaban dotados de una protección ligera y montaban artillería de calibres similares a las baterías secundarias de los acorazados. Su característica principal era en cambio la velocidad.

El nuevo diseño de crucero preconizado por Fisher, estaba armado con cañones del mismo calibre que los del *Dreadnought* - 8 cañones de 12 pulgadas -, tenía un mejor blindaje que sus predecesores y era capaz de desarrollar 26 nudos de velocidad, es decir un arma soberbia para dar caza a cualquiera de los cruceros existentes e incluso si llegase el caso, enfrentarse a los acorazados. Este nuevo diseño, el nuevo crucero el *Invencible* también se convertiría en un modelo a imitar por el resto de las marinas.

La Primera Guerra Mundial. Jutland

El efecto de la aparición de la clase *Dreadnought* e *Invencible* desato la gran carrera de armamento de 1914, en la que surge una nueva carrera tecnológica por conseguir el diseño de acorazado mas eficaz. Es de destacar que en la carrera acarrea el resurgimiento de Alemania como una potencia naval. La Primera Guerra Mundial fue el examen final y puso a prueba todas las teorías y conceptos que se habían estado barajando durante los años previos. La batalla de Jutland librada en mayo de 1916, es considerada por todos los analistas la prueba definitiva de los *dreadnought* y de los cruceros de flota de Fisher. Tengo que resistir la tentación de entrar a analizar las lecciones del famoso enfrentamiento por las limitaciones y alcance de esta ponencia.

La evolución de los acorazados al final de la Primera Guerra Mundial había dado lugar a esplendidos ejemplares de buques, pero que quizás no habían cumplido las expectativas que suponía la enorme inversión económica realizada durante la carrera armamentística previa a la guerra, de hecho la única gran batalla había sido Jutland y ninguna de las dos flotas había sido capaz de infligir una derrota a la otra similar a Trafalgar.

El final de la guerra, trajo consigo una serie de tratados conducentes a un desarme parcial de las potencias, tratados como el de Washington – que posteriormente trato de ampliarse con el tratado de Londres- que limito el tonelaje total, el tonelaje máximo de los acorazados y el calibre de su artillería¹⁹. La deceleración de la carrera de armamentos, que volvería a reiniciarse con la construcción por Alemania del *Deutschland*, ralentizaría la evolución del acorazado, aunque como veremos a continuación había comenzado el declive de este magnifico buque.

LA AVIACIÓN NAVAL

Al comienzo del siglo XX, el submarino – a pesar de todas las limitaciones operativas de los primeros modelos- incorpora a la guerra naval una nueva dimensión, la submarina; el combate naval ya no se librara únicamente en el plano bidimensional de la superficie del océano, reino indiscutible del acorazado. Pero casi simultáneamente una nueva dimensión vendria a añadirse al combate naval, la aérea. La artillería de gran calibre, arma naval por excelencia ira dejando paso a los torpedos y las bombas de la aviación naval.



(19) 35.000toneladas y 16 pulgadas.

El avión es un producto típico de la segunda ola de la Revolución Industrial, ya que sin el desarrollo de motores cada vez más ligeros y de mayor potencia, su desarrollo no hubiese pasado de una curiosidad científica. Durante la Primera Guerra Mundial, en un corto periodo de tiempo, la aviación pasa de ser un mero medio auxiliar de reconocimiento en los campos de batalla europeos a un elemento efectivo de combate, y rápidamente pasa a incorporarse a las marinas, primero como hidroavión y mas tarde como elemento fundamental de las flotas.

Despegar y tomar

La limitación inicial para el desarrollo de la aviación naval embarcada, era resolver el problema técnico de conseguir despegar y aterrizar de la cubierta de un buque en diversas condiciones atmosféricas, y disponer de velocidad suficiente para, después de lanzar los aviones contra el viento unirse al resto de la fuerza. Los primeros intentos de utilizar hidroaviones a bordo de acorazados fue una hazaña de ingenio tecnológico y de demostrado valor de los pilotos. Hay que reconocer a los británicos el merito de ser los pioneros en construir²⁰ un buque de cubierta corrida



(20) El diseño no fue ex novo, se realizo transformado un buque mercante.

específico para la operación con aviones; el *Hermes* puede considerarse el inicio del camino evolutivo de lo que llegaría a ser posteriormente el portaviones tradicional.

El portaviones, y la aviación naval embarcada aparecieron demasiado tarde en la Primera Guerra Mundial como para poder jugar ningún papel importante, pero el desarrollo de la aviación durante esta guerra anunciaba, que el balance del poder en el mar estaba a punto de cambiar. Es precisamente al final de la guerra cuando un héroe de la aviación de los EEUU, desata una polémica de tendrá enormes consecuencias. El General Billy Mitchell postulo que la aviación había hecho a los acorazados armas obsoletas, lo que inicio una controversia de enormes proporciones que se libro sobre todo en la poderosa prensa estadounidense. El propio Presidente tuvo que intervenir y se le permitió al general Mitchell, realizar una demostración sobre un antiguo crucero alemán capturado en la guerra. La prueba fue un rotundo éxito. (dentro de la validez que pueda tener una prueba de estas características)

Una vez realizada la gran innovación de la cubierta corrida y la isla, enseguida surgió la necesidad de mejorar la seguridad de las tomas mediante los cables de retenida y los ganchos de freno en los aviones. El siguiente paso en el desarrollo del portaviones fue la incorporación de las catapultas de vapor capaces de lanzar y recuperar aviones de gran velocidad y peso²¹, con lo cual quedaba abierto., el camino a la aviación naval de reacción A su vez, este invento origino dos innovaciones clave, la cubierta de despegue en ángulo y el sistema de luces de senda de planeo. Con la incorporación de todas estas innovaciones la configuración del portaviones quedaba definida hasta nuestros días.

La guerra del Pacifico vino finalmente a consolidar al portaviones y a desbancar definitivamente al acorazado. Hoy en día, con un diseño básico, que no ha cambiado básicamente en las últimas décadas – si descartamos la introducción de la propulsión nuclear- , el portaviones es el nuevo símbolo indiscutible del poder naval.

ARMAS GUIADAS, Comienza la transición a la era de la información

Volvamos al principio de que un buque de combate es ante todo una plataforma de armas y que conseguir la mayor potencia de fuego de un tonelaje dado es una constante en el diseño. En la era de la información, el concepto de potencia de fuego varia; por una parte los alcances de las armas ofensivas y las envueltas de interceptación de las

(21) El Ark Royal fue el primer portaviones que incorporo este adelanto en 1956.

defensivas aumentan considerablemente y la precisión tiene mas importancia que la saturación; es la era de los misiles, y en general de las armas guiadas.



Las armas guiadas hacen acto de presencia durante la Segunda Guerra mundial, en dos áreas distintas, la primera el torpedo con cabeza buscadora y la segunda el misil antibuque. Alemania hace progresos sorprendentes en este campo,²² aunque demasiado tarde para jugar un papel determinante en el conflicto. Sin embargo, el desarrollo que sufrieron estas armas durante la guerra fría tuvieron una influencia importante en el diseño de los buques y en la composición de las flotas.

A mediados de los años 60 ya esta en marcha una importante transformación en la fuerza naval, las armas guiadas de distinto tipo y misiones, y la generalización del avión a reacción naval incorporan a las flotas una nueva dimensión a la envuelta de interceptación. Los cazas de los portaviones expanden la esfera de interceptación a más de 500 millas de la fuerza.

La amenaza de los misiles antibuque impulsa la aparición de buques especializados antiaéreos capaces de interceptar a las plataformas aéreas lanzadoras y a los propios misiles²³. Como arma defensiva antiaérea el misil y

(22) Los avances fueron especialmente importantes en misiles aire superficie, planeadores dirigidos por radio. El acorazado Roma fue hundido por un misil X-1 lanzado desde un bombardero alemán.

(23) Los buques AEGIS, entre los que se encuentran nuestras fragatas F-100 clase Álvaro de Bazan.

los sensores y sistema de combate necesarios para su manejo son hoy por hoy los factores mas importantes que condicionan el diseño de un buque de este tipo. Los nuevos radares multifunción por el peso y la posición de las antenas y los lanzadores verticales de misiles por su altura y peso definen casi de antemano el tonelaje de una fragata o destructor antiaéreo.

Si bien su integración a bordo no suponen un factor decisivo en el diseño del buque, es de destacar que la incorporación de misiles antibuque y de ataque a tierra – ambos de gran alcance- convierte a una fragata en una plataforma con capacidades estratégicas.

El buque como plataforma artillera que nos ha acompañado hasta ahora en nuestro recorrido por el proceso evolutivo, ha dado paso al buque como plataforma de lanzamiento de armas guiadas, un cambio significativo, en las que el cañón se mantiene como casi un elemento de combate auxiliar. El cambio a plataforma de armas guiadas conlleva el que paulatinamente el buque se convierte en un gran nodo de calculo. Atrás se han quedado los calculadores de tiro analógicos, que han dado paso a complejos sistemas informáticos, que en tiempo real captan información del medio, la tratan la distribuyen se la presentan al cerebro humano y toman o recomiendan acciones de combate.

Todos estos cambios profundos a bordo requieren un constante incremento de potencia eléctrica y cada vez mas vemos plantas integradas en las que la generación de energía es única para propulsión y para el consumo eléctrico del buque.

Es de destacar que en la misma época en la que se produjo esta transformación de la capacidad de combate del buque de superficie, se produce otra mas callada pero no menos importante: el vapor ha ido desapareciendo paulatinamente de los buques. La propulsión a vapor, que había estado a bordo mas de un siglo fue desplazada por la turbina de gas y el motor diesel.

LA ERA NUCLEAR

Petróleo por Atomos

Ustedes entenderán, que una conferencia como esta no permite ,ni siquiera superficialmente, tratar el impacto de la incorporación a bordo de la energía nuclear, pero no quiero dejar de pasar la oportunidad de resaltar que la energía nuclear proporciono a las potencias navales dos elementos estratégicos fundamentales: alcance global y potencia de fuego ilimitada.

La propulsión nuclear, se aplico a los dos ejes del poder naval: el eje estratégico de los submarinos armados con misiles intercontinentales y a

los portaviones. Otros intentos de propulsar con energía nuclear unidades como cruceros no pasaron de demostraciones tecnológicas, aunque no hay que descartar que en el futuro se vuelva a reabrir este tema.

LA ERA NUCLEAR



- ◆ DESPLIEGUE GLOBAL E INDEFINIDO
- ◆ POTENCIA DE FUEGO ILIMITADA
- ◆ ALCANCE DE LAS ARMAS GLOBAL

No es fácil definir cual ha sido el impacto en el diseño de los portaviones de la energía nuclear, desde luego menos dramática de lo que fue en su día la introducción del vapor. Desde el exterior únicamente un experto podría diferenciar un portaviones nuclear de uno convencional.

Una clara consecuencia de la introducción de la energía nuclear en la propulsión fue el aumento incesante del desplazamiento y de la eslora de los portaviones, que probablemente se hubiese producido de cualquier manera impulsada por las necesidades de las nuevas generaciones de aviones navales-originadas.

QUO VADIS?

¿Cual será el futuro del buque de combate de superficie?, ante semejante pregunta cabría preguntarse ¿Cómo van a ser las operaciones navales del futuro?, ya que, lo que parece que tiene sentido es diseñar un tipo de buque optimizado para los tipos mas probables de acciones que se libren.

QUO VADIS?



Hagamos un ejercicio académico superficial para tratar de predecir como podrían ser los futuros escenarios. El sistema bipolar, basado en el equilibrio entre los dos grandes bloques, si arriesgado, y no exento del peligro de que por un paso en falso, o por un error de cálculo desembocase en un Armagedon nuclear, establecía un claro escenario de amenaza este – oeste, que durante décadas dictó la estrategia militar, las tácticas, el adiestramiento y definió los requisitos operativos de los sistemas de armas que se desarrollaron en esta época. Nuestro armamento estaba diseñado específicamente para contrarrestar una amenaza que conocíamos y analizábamos.

En general, los dos bloques ejercían un control mas o menos directo sobre sus áreas de influencia y había una especie de acuerdo tácito de no intervenir en la esfera del otro,²⁴ al menos de una manera directa.

El derrumbe de este equilibrio, seguido de la desaparición de la URSS y del vacío de poder en una área importante del mundo, ha tenido consecuencias que aun hoy no hemos asimilado completamente. El mundo es mucho mas seguro en el extremo superior del espectro de los conflictos; dichos en otros términos, la probabilidad de una confrontación nu-

(24) La crisis de los misiles, fue un ejemplo de las consecuencias de romper ese acuerdo tácito.

clear a gran escala ha disminuido drásticamente. Aunque aun existen al menos tres zonas geográficas en las que existe un peligro latente de un conflicto nuclear limitado.

Pero es en el extremo inferior de la escala de conflictos, donde las cosas han empeorado considerablemente, terrorismo, piratería, trafico de drogas..etc el mundo en este aspecto es mucho mas inseguro y mucho mas impredecible, existen áreas de fricción – muchas casi endémicas- donde sin previo aviso se puede desencadenar un conflicto de media intensidad. Esta posibilidad van a convivir con numerosos niveles de conflictos de baja intensidad, impredecibles, y que la mayor parte de los cuales tendrán lugar en áreas costeras.

No sería arriesgado manifestar que antes que finalice esta primera mitad de siglo, la probabilidad de una confrontación naval a gran escala es muy remota, pero en cambio proliferaran conflictos menores, aumento de la piratería , de actividades delictivas y de acciones terroristas que requerirán misiones de seguridad marítima, en cualquier lugar del globo. El concepto de poder naval esta redefiniéndose y al mismo tiempo también lo están haciendo los nuevos tipos de buques que serán los instrumentos para ejercerlo. Los nuevos requisitos serán: alcance global, conectividad global de gran ancho de banda y en tiempo real y altos niveles de automatización y utilización de robots.

Para los EEUU, los portaviones seguirán siendo el buque de poder marítimo por excelencia – aunque con un mayor número de vehículos no tripulados- pero simultáneamente en la mayoría de las marinas surge la necesidad de un nuevo tipo de navío, que pueda desplegarse globalmente, multimisión y multifunción, capaz de realizar misiones de combate y humanitarias con enorme capacidad de conectividad. Las futuras unidades navales tendrán que ser más flexibles en su utilización, lo que implica que una misma unidad pueda realizar distintas misiones para las cuales hoy existen buques muy especializados. Esta capacidad multivisión solamente podrá lograrse a base de la utilización de plataformas robots - aéreos, de superficie y submarinos - controladas desde el propio buque que operara no solo como nodriza sino como el nodo central de la red de la que los robots forman parte.

A pesar de mi natural tentación a predecir el futuro buque, creo que este ejercicio intelectual se saldría de la intención inicial de este trabajo.

Muchas gracias por su paciencia y por su atención.