



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 27 FEBRERO DE 2010

“DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD: INVENTORES E INVENTOS. DREBBEL Y EL SUBMARINO”.

AUTORÍA FRANCISCO M. PORCEL GRANADOS
TEMÁTICA TECNOLOGÍA
ETAPA E. SECUNDARIA

Resumen

Drebbel fue el inventor del primer submarino tripulado. Dicho invento ha supuesto un gran avance tecnológico para la humanidad, concretamente en el campo de la investigación. Dicho avance ha supuesto una mejora en la adaptación del ser humano al medio en el que se desarrolla.

Palabras clave

- Drebbel
- Submarino

1. EL INVENTOR:

Cornelius Jacobszoon Drebbel (Alkmaar, Holanda, 1572 - Londres, 7 de noviembre de 1633) fue el inventor holandés del primer submarino tripulado en 1620 y del microscopio de lentes convexas en 1619.

Drebbel cobró fama por su invención en 1619 de un microscopio con lentes convexas. Fue el primer microscopio de este tipo.

También construyó el primer submarino en 1620 mientras trabajaba para la marina inglesa. Basándose en los diseños de William Bourne de 1578, construyó un submarino dirigible con una estructura de madera recubierta de cuero. Entre 1620 y 1624 Drebbel mejoró el diseño y construyó dos nuevos submarinos, cada uno mayor que el anterior. El modelo final (el tercero) tenía 6 remos y podía transportar 16 pasajeros. Este es el modelo que se enseñó al por entonces rey de Inglaterra, Jaime I en



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

una presentación a la que también asistieron miles de londinenses. Durante esta presentación, el submarino se mantuvo sumergido durante tres horas y se trasladó desde Westminster a Greenwich ida y vuelta, a una profundidad entre 12 y 15 pies (4 - 5 metros). El propio rey participó en la travesía junto con Drebbels, convirtiéndose en el primer monarca en viajar en submarino. Aunque el submarino se probó en distintas ocasiones con éxito, no logró el entusiasmo del almirantazgo y nunca fue utilizado como nave de guerra.

Drebbel también inventó una incubadora de pollos con un termostato de mercurio que permitía mantener la temperatura constante. Se trata del primer sistema con controlador del que se tiene constancia.

Intentó sin éxito aplicar el mismo principio para crear un sistema de aire acondicionado. También se le concede a Drebbel el mérito de la invención del primer termómetro.

Dentro del campo de las especulaciones, se cree que Drebbel fue capaz de desarrollar un proceso para la producción de oxígeno, probablemente a partir de nitratos. Drebbel conoció al alquimista Miguel Sendivogius, probablemente cuando ambos estuvieron en la corte de Rodolfo II, quien le explicaría cómo obtener oxígeno a partir de ciertos nitratos calentados. La fuente de ésta especulación es Robert Boyle, quien en 1662 escribió que había charlado con *un excelente matemático* que había estado en el submarino de Drebbel y que le contó que éste tenía un *licor químico* que sería capaz de reemplazar la *quintaesencia del aire, acariciando la llama vital que reside en el corazón*.

A pesar de sus invenciones, Drebbel pasó el final de su vida casi en la pobreza, regentando una cervecería en Inglaterra.

2. EL INVENTO:

Un **submarino** es un tipo especial de buque capaz de navegar bajo el agua además de por la superficie, gracias a un sistema de flotabilidad variable. Usados extensamente por vez primera en la Primera Guerra Mundial, en la actualidad forman parte de todas las armadas importantes, y especialmente de la estadounidense, la rusa y la británica.

El término «submarino» comprende una amplia gama de tipos de buque, yendo desde los pequeños para dos personas, que sirven para examinar el fondo del mar unas pocas horas, hasta los nucleares, que pueden permanecer sumergidos durante año y medio y portar misiles nucleares capaces de destruir varias ciudades. Hay también submarinos especializados, como los de rescate submarino (como los DSRV o de clase *Priz*).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

Submarinos y sumergibles civiles

Los submarinos civiles suelen ser mucho más pequeños que los militares. Los turísticos suelen operar en áreas de recreo tropicales o en otras zonas con aguas claras y buena visibilidad. La mayoría de ellos tienen una capacidad de entre 25 y 50 pasajeros, llegando a efectuar 10 o más inmersiones diarias. Su diseño deriva del de los submarinos para investigación, contando con grandes portillas para que los pasajeros disfruten de las vistas y situando sistemas mecánicos importantes fuera del casco para ahorrar espacio interior, a pesar de lo cual éste suele ser escaso. La mayoría de ellos funcionan con baterías eléctricas y son muy lentos.

Comúnmente, por «submarino» se entiende un buque que funciona en la superficie y bajo el agua por sí mismo. Los buques subacuáticos con movilidad limitada, destinados a permanecer en el mismo lugar durante la mayor parte de su tiempo de uso, como los usados para rescate, investigación o salvamento, suelen denominarse sumergibles. Los sumergibles suelen ser llevados a su zona de operación por barcos comunes o grandes submarinos y tienen una autonomía muy pequeña. Muchos sumergibles funcionan conectados por un «cordón umbilical» a un buque nodriza (submarino, buque de superficie o plataforma) que les suministra aire y electricidad.

Las batisferas son sumergibles que carecen de sistema de propulsión y se usan para inmersiones muy profundas. Un predecesor de la batisfera, la campana submarina, consistía en una cámara con el fondo abierto que se hacía bajar en el agua. Los batiscafos son sumergibles autopropulsados para inmersiones muy profundas que dependen de un barco nodriza en la superficie.

Un desarrollo bastante reciente son los pequeños sumergibles operados por control remoto, usados para trabajos en aguas demasiado profundas o peligrosas para los buceadores, por ejemplo, en la reparación de plataformas petrolíferas.

Submarinos militares

Hay muchos más submarinos militares que civiles en funcionamiento. Los submarinos son muy útiles desde el punto de vista militar por ser difíciles de detectar y destruir cuando navegan a gran profundidad. Se presta mucha atención en el diseño de estos submarinos a lograr que su desplazamiento bajo el agua sea lo más silencioso posible para dificultar su detección: el sonido viaja en el agua mucho más fácilmente que en el aire, por lo que el sonido de un submarino es su característica más fácilmente detectable. Algunos submarinos ocultan su sonido tan bien que en realidad crean una zona silenciosa a su alrededor, que también puede detectarse.

Inmersión y navegación

Todos los barcos, así como los submarinos en superficie, están en situación de flotación positiva, pesando menos que el volumen equivalente de agua desplazada (de acuerdo con el principio de Arquímedes). Para sumergirse hidrostáticamente (sin ayuda mecánica), un buque debe ganar flotación



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

negativa, bien incrementando su propio peso o decrementando el desplazamiento de agua (volumen). Para controlar su peso, los submarinos están equipados con tanques de lastre, que pueden llenarse con agua tomada del exterior o aire a presión.

Para sumergirse o emerger, los submarinos usan los tanques de proa y popa, llamados tanques principales, que se abren y se llenan completamente de agua para sumergirse o se llenan de aire a presión para emerger. Durante la inmersión, los tanques principales suelen permanecer inundados, lo que simplifica su diseño, por lo que en muchos submarinos estos tanques son simplemente una sección del espacio entre los cascos. Para un control manual más rápido y preciso de la profundidad, los submarinos disponen de unos tanques de control de profundidad más pequeños, capaces de soportar presiones más altas. La cantidad de agua en estos tanques puede controlarse tanto para responder a cambios en las condiciones exteriores como para cambiar la profundidad de inmersión. Dichos tanques pueden situarse cerca del centro de gravedad del submarino, o distribuirse por el buque para evitar afectar a la escora.

En inmersión, la presión del agua sobre el casco del submarino puede alcanzar los 3 MPa en los submarinos de acero y hasta los 10 MPa en los de titanio, como los *Komsomolets*, permaneciendo constante la presión interior. Esta diferencia provoca la compresión del casco, lo que disminuye el desplazamiento. La densidad del agua también se incrementa, pues la salinidad y la presión son mayores, pero esto no compensa la compresión del casco, así que la flotabilidad disminuye con la profundidad. Un submarino sumergido está en equilibrio inestable, teniendo tendencia a caer hacia el fondo o flotar hacia la superficie. Mantener una profundidad fija exige la operación continua de los tanques de control de profundidad.

Los submarinos en situación de flotabilidad neutral no son intrínsecamente estables en escora. Para mantener la escora deseada, los submarinos usan tanques de escora especializados a proa y popa. Las bombas trasladan agua entre ellos, cambiando la distribución del peso y creando así un momento que gira el buque hacia arriba o hacia abajo. Un sistema parecido se usa a veces para mantener la estabilidad.

El efecto hidrostático de los tanques de lastre variable no es la única forma de controlar el submarino bajo el agua. La maniobra hidrodinámica se logra mediante varias superficies, que pueden ser giradas para crear las correspondientes fuerzas hidrodinámicas cuando el submarino se desplaza a la suficiente velocidad. Los planos de popa, situados cerca del propulsor y orientados por lo general horizontalmente, sirven para el mismo propósito que los tanques de escora, controlando ésta, y son de uso común, a diferencia de otras superficies de control de las que pueden carecer muchos submarinos. Los planos de inclinación en la torreta y los de popa en el cuerpo principal, ambos también horizontales, se sitúan más cerca del centro de gravedad y son utilizados para controlar la profundidad con menos efecto sobre la escora.

Cuando un submarino realiza una emersión de emergencia, se usan simultáneamente todos los métodos de control de la profundidad y la escora para propulsar al buque hacia arriba. Dicha emersión



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

es muy rápida, por lo que el submarino puede incluso saltar parcialmente fuera del agua, lo que provoca graves daños en algunos sistemas de la nave, principalmente en los tubos.

Los submarinos modernos tienen un sistema de guía inercial para navegar bajo el agua, pero el error de deriva se acumula inevitablemente con el tiempo. Para contrarrestarlo, se usa periódicamente el GPS para obtener una posición exacta. El periscopio (un tubo retráctil con prismas que permite ver sobre la superficie sin emerger) sólo se usa ocasionalmente, debido a que su rango de visibilidad es corto. Los submarinos de clase *Virginia* tienen «mástiles fotónicos» en lugar de periscopios de tubo ópticos que penetran en el casco. Estos mástiles tienen que seguir subiéndose a la superficie, pero emplean sensores electrónicos para la luz visible y la infrarroja, telémetro láser y dispositivos de vigilancia electromagnética.

Casco

Los submarinos modernos suelen tener forma ahusada. Este diseño, usado ya en los submarinos más primitivos, se inspiró en el cuerpo de las ballenas y reduce significativamente el arrastre hidrodinámico sobre el submarino bajo el agua, pero empeora su comportamiento frente al oleaje e incrementa el arrastre en superficie. Dado que las limitaciones de los sistemas de propulsión en los primeros submarinos militares le obligaban a operar en superficie la mayoría del tiempo, el diseño de sus cascos era un compromiso. Debido a las bajas velocidades subacuáticas de estos submarinos, normalmente muy por debajo de 10 kt (18 km/h), el mayor arrastre bajo el agua se consideraba aceptable. Sólo al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando la tecnología permitió operaciones submarinas más rápidas y prolongadas y la mayor vigilancia aérea enemiga obligó a los submarinos a permanecer sumergidos, volvieron los diseños de los cascos a tener forma ahusada, reduciendo el arrastre y el ruido. En los submarinos militares modernos, el casco exterior está recubierto por una gruesa capa de goma especial o placas anecoicas para absorber el sonido y hacer más silencioso el submarino.

Una torreta, llamada vela, que sobresale en la parte alta del submarino alberga los periscopios y los mástiles electrónicos, que pueden incluir radio, radar, armas electrónicas y otros sistemas. En muchas clases primitivas de submarinos, la sala de mando se ubicaba en esta torreta, conocida como «torre de control». Sin embargo, desde entonces la sala de mando se ha ubicado dentro del casco del submarino. No debe confundirse dicha sala con el «puente», que es una pequeña plataforma abierta situada en lo alto de la vela y usada para observaciones oculares mientras se opera en superficie. Puede haber también una plataforma cerrada adicional bajo ésta con ventanas y limpiaparabrisas para el mal tiempo.

Historia de los submarinos

Un lejano ancestro del submarino es probablemente la barca cosaca del siglo XVII llamada *chaika* ('gaviota'), que fue usada bajo el agua para misiones de reconocimiento e infiltración. *Chaika* podía ser cerrada y sumergida fácilmente de forma que la tripulación podía respirar bajo ella como en una campana submarina moderna e impulsarla caminando por el fondo del río. También se usaban lastres especiales y tubos para tomar aire del exterior.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 27 FEBRERO DE 2010

El primer sumergible de cuya ejecución se tiene información fidedigna fue construido en 1620 por Cornelius Jacobszoon Drebbel, un holandés al servicio de Jaime I de Inglaterra. Estaba propulsado por medio de remos, si bien su naturaleza exacta es objeto de cierta controversia: algunos afirman que era simplemente una campana remolcada por una barca. Dos tipos mejorados fueron probados en el Támesis entre 1620 y 1624.

Aunque los primeros vehículos sumergibles eran meras herramientas para exploraciones subacuáticas, a los inventores no les costó mucho advertir su potencial militar. Las ventajas estratégicas de los submarinos fueron expuestas por el obispo John Wilkins de Chester ya en 1648.

Los primeros submarinos militares

El primer submarino militar fue el *Turtle* ('tortuga'), un dispositivo aovado de tracción humana diseñado por el estadounidense David Bushnell, con capacidad para una sola persona. Fue el primer submarino verificado capaz de operación subacuática y movimiento independiente, el primero en usar hélices para propulsarse. Durante la Guerra de la Independencia estadounidense, el *Turtle* (operado por el sargento Ezra Lee, del ejército continental) intentó hundir un barco de guerra británico, el HMS *Eagle* (buque insignia de los bloqueadores) en la bahía de Nueva York el 7 de septiembre de 1776, pero fracasó.

En 1800, Francia construyó un submarino de tracción humana diseñado por Robert Fulton, el *Nautilus*. Los franceses terminaron cancelando el experimento en 1804, al igual que los británicos cuando más tarde consideraron el diseño del submarino de Fulton.

Durante la Guerra de 1812, Silas Halsey murió en 1814 mientras usaba un submarino en un ataque fallido contra un barco de guerra británico fondeado en la bahía de Nueva Londres.

En 1851 Wilhelm Bauer, un cabo de artillería bávaro, botó un submarino diseñado por él y llamado *Brandtaucher* ('buzo incendiario') en la bahía de Kiel. Este submarino fue construido por August Howaldt y era propulsado por un molino. Se hundió pero los tres tripulantes lograron escapar. El submarino fue rescatado en 1887 y se exhibe en el museo de Dresde.

Submarinos en la Guerra Civil Estadounidense

Durante la Guerra Civil Estadounidense, la Unión fue el primer bando en usar un submarino. El *Alligator* ('caimán'), de diseño francés, fue el primer submarino de la armada estadounidense y el primero en contar con aire comprimido (para la tripulación) y un sistema de filtrado de aire. El *Alligator* fue el primer submarino que incluyó una escotilla de buceo que permitía a un buzo colocar minas detonadas eléctricamente en los barcos enemigos. Inicialmente propulsado mediante remos movidos por la tripulación, fue remodelado tras 6 meses para propulsarse con una hélice movida por una manivela. Con una tripulación de 20 personas, 14,3 m de longitud y unos 1,2 m de diámetro, era más grande que los submarinos confederados. Desapareció en una tormenta junto al cabo Hatteras el 1 de abril de 1863 sin tripulación cuando era remolcado hasta su primer despliegue en combate en Charleston.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

Los Estados Confederados de América construyeron varios submarinos de tracción humana, incluyendo el *H. L. Hunley* (bautizado en honor de uno de sus promotores, Horace Lawson Hunley). El primer submarino confederado fue el *Pioneer* ('pionero'), de 9 m de largo, que hundió una goleta enemiga mediante una mina adosada durante las pruebas en el lago Pontchartrain, pero no fue usado en combate. Fue hundido después de que Nueva Orleans fuese tomada y vendida para desguace en 1868.

Hunley estaba destinado a atacar los barcos del Norte, que estaban bloqueando los puertos del Sur. El submarino tenía un largo poste con una carga explosiva en la proa, llamado «torpedo pértiga». El submarino tenía que acercarse al buque enemigo, ponerle el explosivo, alejarse y entonces detonarlo. Era extremadamente peligroso de operar y no tenía más suministro de aire que el contenido en el compartimento principal. Se hundió en dos ocasiones: la primera vez murió la mitad de la tripulación y la segunda vez se ahogaron los ocho tripulantes, incluyendo al propio Hunley. El 18 de febrero de 1864 el *Hunley* hundió al USS *Housatonic* en la bahía de Charleston, siendo la primera vez que un submarino lograba hundir otro barco, si bien fue hundido en el mismo combate poco después de comunicar su éxito. Otro submarino confederado fue hundido en su viaje inaugural en el lago de Pontchartrain; fue hallado en tierra en los años 1870 y actualmente se exhibe en el Museo Estatal de Louisiana. Los submarinos no tuvieron un gran impacto en el desenlace de la guerra, pero anunciaron su futura importancia en la guerra naval, aumentando el interés por ellos.

América Latina

El primer submarino fue el *Hipopótamo* construido por José Rodríguez Labandera en Ecuador, quien junto a José Quevedo cruzó el río Guayas el 18 de septiembre de 1838. Rodríguez Labandera realizó arreglos al Hipopótamo y cruzó el mismo río Guayas en dos ocasiones más. Sin embargo, por falta de interés del gobierno u otra institución, la nave quedó varada en las orillas del Guayas, donde el tiempo se encargó de destruirla.

Luego, el *Flach*, diseñado y construido por el ingeniero chileno-alemán Karl Flach, en 1865, comisionado por el gobierno de Chile, durante la guerra que este país junto a Perú, libró contra España entre 1864 y 1866. El invento de Flach era simple. Totalmente hecho de hierro, el submarino tenía una eslora de 12,5 metros, una manga de 2,5 metros y un peso cercano a las 100 toneladas. Alcanzaba una velocidad de 2 a 3 nudos, impulsado a propulsión humana, con un sistema de cigüeñales y pedales que movían sus dos hélices, y se hundía con un ingenioso sistema de arrastre de pesos de un lado a otro de la nave. Su armamento consistía en dos cañones de retrocarga, ubicado uno en la proa. Contaba además con un ingenioso sistema de renovación de aire, por lo que su autonomía sumergido podía llegar a las 8 horas aproximadamente. Tenía una escotilla, pero no tenía periscopio, por lo que, cada tanto, el buque debía salir a la superficie para saber si iba en la dirección correcta. Su tripulación constaba de 11 hombres. Luego de numerosas pruebas, la nave se hundió en la bahía de Valparaíso, con toda su tripulación el 3 de mayo de 1866.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 27 FEBRERO DE 2010

Submarinos de propulsión mecánica (finales del siglo XIX)

El primer submarino cuyo sistema de propulsión no era la tracción humana fue el francés *Plongeur*, botado en 1863, que usaba aire comprimido a 180 PSI.

El primer submarino con motor de combustión fue el *Ictíneo II*, propulsado por vapor y peróxido, construido en Barcelona en 1867 por Narciso Monturiol y botado el 2 de octubre de 1864 en la Barceloneta. Medía 17 m de largo y desplazaba 65 t. Inicialmente la propulsión era una hélice que giraba mediante manubrios accionados por 16 hombres, pero en vista del escaso rendimiento dos años más tarde se añadió un motor a vapor de 6 CV, realizando el 22 de octubre de 1867 la primera salida a vapor. La nave estaba diseñada para albergar una tripulación de 2 personas, sumergirse 30 m y permanecer bajo el agua 2 horas. En la superficie usaba un motor a vapor, pero bajo el agua dicho motor habría consumido rápidamente el oxígeno del submarino, por lo que Monturiol recurrió a la química para inventar un motor que consumía una mezcla de clorato potásico, zinc y peróxido de manganeso. La elegancia de este método era que la reacción que movía la hélice liberaba oxígeno, que tras ser tratado se usaba en el casco para la tripulación y también alimentaba un motor de vapor auxiliar que ayudaba a propulsar la nave bajo el agua. A pesar de las exitosas demostraciones en el puerto de Barcelona, Monturiol no logró interesar a la armada española o de cualquier otro país.

En 1870, el escritor francés Julio Verne publicó el clásico de ciencia ficción *Veinte mil leguas de viaje submarino*, que narraba las aventuras de un inventor inconformista en el *Nautilus*, un submarino más avanzado que todos los existentes en la época. La historia inspiró a los inventores para construir submarinos más avanzados.

En 1879, durante la Guerra del Pacífico, el gobierno peruano encargó la construcción de un submarino. Así nació el completamente funcional Toro Submarino, pero nunca fue empleado en batalla, ya que fue hundido tras la derrota de Perú en la guerra para evitar la captura por el enemigo.

El primer submarino construido en serie, sin embargo, era de tracción humana. Fue el submarino del inventor polaco Stefan Drzewiecki: 50 unidades fueron construidas en 1881 para el gobierno ruso. El mismo inventor construyó en 1884 un submarino impulsado por energía eléctrica.

Las discusiones entre el reverendo inglés George Garrett y el experto industrial y comercial sueco Thorsten Nordenfelt llevaron a una serie de submarinos impulsados a vapor. El primero fue el *Nordenfelt I* (1885), un buque de 56 toneladas y 19,5 m de largo parecido al malogrado *Resurgam* de Garrett (1879), con un alcance de 240 km y armado con un único torpedo. Como el *Resurgam*, funcionaba a vapor en la superficie y apagaba el motor para sumergirse. Grecia, temerosa del regreso de los otomanos, lo compró. Nordenfelt construyó entonces el *Nordenfelt II*, un submarino de 30 m de largo con dos tubos de torpedos, que vendió a la preocupada armada alemana. Los esfuerzos de Nordenfelt culminaron en 1887 con el *Nordenfelt IV*, con motores y torpedos gemelos. Fue vendido a los rusos, pero resultó ser inestable, encalló y fue desguazado.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 27 FEBRERO DE 2010

El primer submarino militar completamente útil fue el buque de propulsión eléctrica construido por el ingeniero, marino y profesor español de física matemática en la Escuela de Ampliación de Estudios de la Armada, Isaac Peral y Caballero para la Armada Española, prototipo que iba a ser usado en la Guerra Hispano-Estadounidense. Se botó el 8 de septiembre de 1888. Tenía dos torpedos, nuevos sistemas de aire, un casco ahusado, propulsor y controles externos con forma de cruz, anticipando diseños muy posteriores. Su velocidad subacuática era de 10 nudos, pero adolecía de un corto alcance debido a la alimentación por baterías de sus sistemas. Las baterías eran una modificación de Peral de un sistema zinc-dicromato potásico. En junio de 1890, el submarino de Peral lanzó el primer torpedo de la historia disparado con éxito, desde un submarino sumergido en el mar. La armada española terminó cancelando el proyecto. Muchos más submarinos fueron construidos en esta época por varios inventores, pero no llegarían a ser armas eficaces hasta bien entrado el siglo XX.

De finales del siglo XIX a la Primera Guerra Mundial

El cambio de siglo supuso una época crucial en el desarrollo de los submarinos, haciendo su debut un número importante de tecnologías, y siendo construidos y adoptados ampliamente por varios países. La propulsión diésel-eléctrica pasaría a ser el sistema de energía dominante y artilugios tales como el periscopio serían normalizados. Se efectuaron un gran número de experimentos sobre tácticas y armas efectivas para los submarinos, lo que culminaría con el gran impacto que supusieron en la próxima Primera Guerra Mundial.

En 1895, el inventor irlandés John Philip Holland diseñó un submarino que, por primera vez, equipaba un motor de combustión interna en superficie y un motor eléctrico alimentado por baterías bajo el agua. En 1902, Holland recibió la Patente USPTO nº 708553. Algunos de sus buques fueron comprados por los Estados Unidos, el Reino Unido, la Armada Imperial Rusa y Japón, y encargados sobre 1900 (1905 para Japón: demasiado tarde para la guerra).

Encargado en junio de 1900, el submarino a vapor y eléctrico *Narval*, diseñado por el francés Maxime Laubeuf y por el ingeniero español Raymondo Lorenzo d'Equivilley Montjustin, introdujo el clásico diseño de doble casco, con un casco de presión dentro del casco exterior ligero. Este buque de 200 t tenía una autonomía de unas 100 millas en superficie y unas 10 millas bajo el agua. El submarino francés de 1904 *Aigrette* ('martinete') mejoró el concepto al usar un motor diésel para la navegación en superficie. Se construyó un gran número de estos submarinos, con 74 terminados antes de 1914.

Submarinos en la Primera Guerra Mundial

Durante la Primera Guerra Mundial los estrategas militares dieron verdadera importancia a las batallas navales. Primero trataron con modelos que usaban energía diésel y eléctrica pero requerían ser recargados con frecuencia y solo alcanzaban una velocidad máxima de 16 km/h.

La primera vez que los submarinos militares tuvieron un impacto significativo en batalla fue en la Primera Guerra Mundial. Cuerpos como los *U-Boot* alemanes actuaron en combate en la Batalla del



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

Atlántico y fueron responsables del hundimiento del RMS *Lusitania*, lo que recibe buena parte del crédito de la decisión de Estados Unidos de entrar en la guerra.

La capacidad de los *U-Boot* para servir como máquinas de guerra útiles residía en nuevas tácticas, en su número y en tecnologías submarinas tales como el sistema de energía diésel-eléctrico que había sido desarrollado en años anteriores. Más como barcos sumergibles que como submarinos modernos, los *U-Boot* operaban primordialmente en superficie usando motores convencionales, usando sus baterías para sumergirse ocasionalmente y realizar ataques. Su casco tenía una sección aproximadamente triangular, con una quilla distintiva, para controlar el oleaje, y una proa distintiva. En 1916, el serbio Konjovic entró en la historia como el primer piloto que destruyó un submarino desde el aire, concretamente un submarino francés en el Adriático. Cuando vio que había supervivientes tras el bombardeo, amerizó su hidroavión y los salvó. Por esta acción heroica, el gobierno francés le condecoró el 14 de febrero de 1968 con un reconocimiento especial por el heroísmo, humanidad y compasión en las batallas marítimas. Todavía hoy hay un retrato de Konjovic salvando a los marineros en la sede oficial de la armada francesa.

Avances entre las guerras mundiales

Varios diseños de submarinos nuevos fueron desarrollados en los años entre las guerras mundiales. Entre los más notorios estaban los submarinos portaaviones, equipados con un hangar impermeable y una catapulta de vapor, que podía lanzar y recoger uno o más pequeños hidroaviones. El submarino y su avión podían así actuar como una unidad de reconocimiento por delante de la flota, un papel esencial en una época en la que el radar aún no existía. El primer ejemplo fue el HMS *M2* británico, seguido del francés *Surcouf* y numerosos buques de la Armada Imperial Japonesa. El *Surcouf* de 1929 también fue diseñado como un «cruceiro subacuático», destinado a buscar y entrar en combate en superficie.

Submarinos en la Segunda Guerra Mundial

Alemania

Alemania tuvo la mayor flota de submarinos durante la Segunda Guerra Mundial. Debido a que el Tratado de Versalles limitaba las fuerzas navales de superficie, la reconstrucción de las fuerzas navales alemanas no había hecho más que empezar seriamente un año antes del estallido de la Segunda Guerra Mundial. Sin esperanzas de derrotar a la inmensamente superior Marina Real Británica en el combate en superficie, el alto mando alemán detuvo de inmediato la construcción de grandes barcos de superficie con excepción del casi terminado *Bismarck* y dos cruceros, y dedicó sus recursos a los submarinos, que podían terminarse mucho más rápidamente. Aunque ampliar las instalaciones de producción y empezar la fabricación masiva costó la mayor parte de 1940, al final de la guerra se habían construido más de 1.000 submarinos.

Los submarinos alemanes tuvieron un efecto devastador en la Batalla del Atlántico, intentando (pero finalmente fracasando) cortar las rutas de suministro británicas al hundir más barcos de los que los



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

ingleses podían reemplazar. Estas rutas eran vitales para la alimentación y la industria británicas, así como para el armamento estadounidense. Aunque los *U-Boot* habían sido mejorados en los años anteriores, las mayores mejoras fueron las de las comunicaciones, cifradas gracias al uso de la famosa máquina de cifrado rotativo Enigma. Esto permitió las tácticas de ataques masivos o *wolfpacks* (en alemán *Rudeltaktik*), pero también la caída definitiva de los *U-Boot*.

Tras hacerse a la mar, los *U-Boot* operaban de forma prácticamente independiente para localizar convoyes en las zonas que les había asignado el alto mando. Si encontraban uno, el submarino no atacaba inmediatamente, sino que lo seguía de cerca para permitir que otros submarinos de la zona encontrasen al convoy. Luego se agrupaban en una fuerza mayor y atacaban simultáneamente al convoy, preferiblemente de noche y en superficie.

En la primera mitad de la guerra, los submarinos lograron éxitos espectaculares con estas tácticas, pero muy pocos tuvieron algún efecto decisivo. En la segunda mitad, Alemania tenía submarinos suficientes, pero esto era contrarrestado por el número igualmente mayor de buques de escolta, aviones y avances técnicos como el radar y el sónar. *Huff-Duff* y *Ultra* permitieron a los aliados guiar a los convoyes entre los *wolfpacks* cuando los detectaban por sus transmisiones de radio.

Winston Churchill escribió que la amenaza de los *U-Boot* fue lo único que le llegó a provocar dudas sobre la victoria final de los aliados (en referencia al tipo XXI).

Japón

Japón tuvo la flota más diversa de submarinos de la Segunda Guerra Mundial, incluyendo torpedos tripulados (*Kaiten*), submarinos enanos (*Ko-hyoteki*, *Kairyu*), submarinos de tamaño medio, submarinos especializados en el aprovisionamiento (la mayoría para uso del ejército), flotas de submarinos de larga distancia (muchos de los cuales llevaban un avión), submarinos con las mayores velocidades subacuáticas de la guerra (clase *I-200*) y submarinos que podían transportar múltiples bombarderos (el mayor de la guerra, el *I-400*). Estos submarinos también estaban equipados con los torpedos más avanzados de la guerra, los tipo 95, propulsados por oxígeno.

En general, y a pesar de sus virtudes técnicas, los submarinos japoneses fueron relativamente ineficaces. Se usaron a menudo en ataques contra barcos de guerra, que eran rápidos y maniobrables y tenían mejores defensas que los barcos mercantes. En 1942, los submarinos japoneses hundieron dos portaaviones además de otros buques de guerra, pero no fueron capaces de repetir estos éxitos más adelante. A finales de ese año, los submarinos pasaron a usarse en el transporte de suministros a las guarniciones isleñas.

Estados Unidos

Los Estados Unidos usaron sus submarinos para atacar barcos mercantes (asalto comercial o *guerre de course*), destruyendo más barcos japoneses que todas las demás armas juntas.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

Donde Japón tenía los mejores torpedos de la guerra, la marina estadounidense tenía quizá el peor, el torpedo a vapor *Mark 14*, con una espoleta de detonación magnética *Mk 6* y una espoleta de contacto *Mk 5*, ninguno de los cuales era fiable. El mecanismo de control de profundidad del *Mark 14* fue corregido en agosto de 1942, pero las pruebas de campo de los explosivos no fueron realizadas hasta mediados de 1943, cuando los ensayos en Hawái y Australia confirmaron los fallos. En un intento de corregir los problemas se puso en servicio un torpedo eléctrico sin estela, lo que provocó las pérdidas del USS *Tang* y el USS *Tullibee* como resultado de impactos de sus propios torpedos y graves daños en el USS *Wahoo* debidos a un impacto circular en su proa antes de sufrir un bombardeo aéreo.

Durante la Segunda Guerra Mundial, 314 submarinos prestaron servicio en la armada estadounidense, de los que 111 estaban en servicio el 7 de diciembre de 1941 y 203, de las clases *Gato*, *Balao* y *Tench*, lo hicieron durante la guerra, en la que se perdieron 52 de ellos y 3.506 vidas. Los submarinos estadounidenses hundieron 1.392 barcos enemigos con un tonelaje total de 5,3 millones de toneladas, incluyendo 8 portaaviones y unos 200 barcos de guerra.

Los schnorchel

Los submarinos diésel necesitaban aire para hacer funcionar sus motores, por lo que equipaban enormes baterías eléctricas para la operación subacuática. Esto limitaba su velocidad y autonomía cuando estaban sumergidos. Los *schnorchel* (una invención holandesa anterior a la guerra) fueron usados por los submarinos alemanes para navegar justo por debajo de la superficie, intentando evitar la detección visual y del radar. La armada alemana experimentó con motores de peróxido de hidrógeno para permitir el uso del diésel bajo el agua, pero las dificultades técnicas eran enormes. Los aliados experimentaron varios sistemas de detección, incluyendo sensores químicos para «oler» los gases de combustión de los submarinos.

Submarinos modernos

En los años 1950, la energía nuclear reemplazó parcialmente a la propulsión diésel-eléctrica. Este sistema se desarrolló para extraer también oxígeno del agua del mar. Estas dos innovaciones dieron a los submarinos la habilidad de permanecer sumergidos durante semanas o meses, y permitieron viajes previamente imposibles, como la travesía del Polo Norte bajo la capa de hielo ártico por el USS *Nautilus* en 1958. La mayoría de los submarinos militares construidos desde esa época en los Estados Unidos y Rusia han sido propulsados por reactores nucleares. Los factores que limitan la permanencia subacuática de estos buques son los suministros alimenticios y los problemas psicológicos de una tripulación confinada en un espacio tan limitado.

Aunque la mayor autonomía y rendimiento de los reactores nucleares implica que estos submarinos son mejores para misiones de larga distancia o de protección de una fuerza de portaaviones, los submarinos diésel-eléctricos han seguido siendo producidos por países con y sin capacidad nuclear, pues pueden ser más difíciles de detectar, salvo cuando necesitan usar su motor diésel para recargar las baterías. Los avances tecnológicos en insonorización, aislamiento y cancelación del ruido han



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 27 FEBRERO DE 2010

erosionado sustancialmente esta ventaja. Mucho más limitados en cuanto a velocidad y capacidad armamentística, los submarinos convencionales son también más baratos de construir. La introducción de buques con propulsión anaeróbica ha provocado un resurgimiento de este tipo de submarinos.

Durante la Guerra Fría, los Estados Unidos y la Unión Soviética mantuvieron grandes flotas de submarinos que se jugaban al gato y el ratón. Esta tradición permanece en la actualidad a una escala mucho menor. La Unión Soviética sufrió la pérdida de al menos 4 submarinos durante este periodo: el *K-129* se hundió en 1968 (la CIA intentó recuperarlo del fondo de océano con el buque *Glomar Explorer* diseñado por Howard Hughes), el *K-8* en 1970, el *K-219* en 1986 (episodio narrado en la película *Hostile Waters*) y el *Komsomolets* (el único submarino de clase *Mike*) en 1989 (que ostentaba un récord de profundidad entre los submarinos militares: 1.000 m). Muchos otros submarinos soviéticos, como el *K-19* (el primer submarino soviético nuclear y que navegó bajo el Polo Norte) sufrieron graves daños por incendios o fugas radiactivas. Los Estados Unidos perdieron al menos tres submarinos en esta época: el de propulsión diesel USS *Cochino* (por un fallo técnico en el mar de Bahrents el 25 de agosto de 1949); y los nucleares USS *Thresher* (también por un fallo técnico) y *Scorpion* (por causa desconocida). En agosto de 2000 ocurrió el desastre del submarino ruso K-141 Kursk.

El hundimiento del PNS *Ghazi* en la guerra indo-pakistaní de 1971 fue la primera baja de un submarino en la región del Subcontinente Indio. El Reino Unido usó submarinos nucleares contra Argentina en 1982 durante la Guerra de Malvinas. El submarino atómico HMS *Conqueror* fue el primer submarino nuclear en entrar en combate, hundiendo al buque de guerra argentino ARA *General Belgrano*.

3.BIBLIOGRAFÍA.

- V.V.A.A. (2006). *Enciclopedia universal Larousse*. Barcelona: edit. Larousse.
- Norell, Elisabeth. (1999). *Los más grandes científicos e inventores*. Madrid: ediciones rueda.
- Cruz, Celso. (1943). *Los grandes inventores (Cadmo, Gutenberg, Galileo, Fulton, Stephenson, Morse, Montgolfier, Franklin, Daguerre, Watt, Volta, Grahman Bell, Edison, Marconi, Roentgen, Tellier, Diesel, Lumiere, Otros Inventores)*. Buenos aires: atlántida.
 - Llano, Alberto. (1948). *Los heroes del progreso. Inventores e inventos*. Barcelona: ed. Seix barral.
 - R. Rovira. (1947). *Los grandes inventores modernos*. Barcelona: editorial difusion 2ª edic
 - Sprague de Camp (L.). (1967). *Grandes inventos y grandes inventores* . Buenos aires: editorial hobbs.
- V.V.A.A. (1983). *Inventos que cambiaron el mundo. El genio práctico del hombre a través de los tiempos*. Madrid: selecciones reader's digest.
 - Giménez, Manuel. (1989). *Grandes inventos y sus creadores*. Barcelona: edicomunicación.
 - Davies, Eryl. (1996). *Inventos*. Madrid: tiempo -gr. Enc.bols.
 - Morales, Juan José. (1977). *Ciencia realidad o imaginación. Hallazgos e inventos que desafían a la imaginación*. Argentina: ed. Dronte.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 27 FEBRERO DE 2010

Autoría

- Nombre y Apellidos: Francisco M. Porcel Granados
- Centro, localidad, provincia: Málaga
- E-mail: fmporcel00@gmail.com