

UN CENTENARIO EL TORPEDO AUTOMOVIL

Por

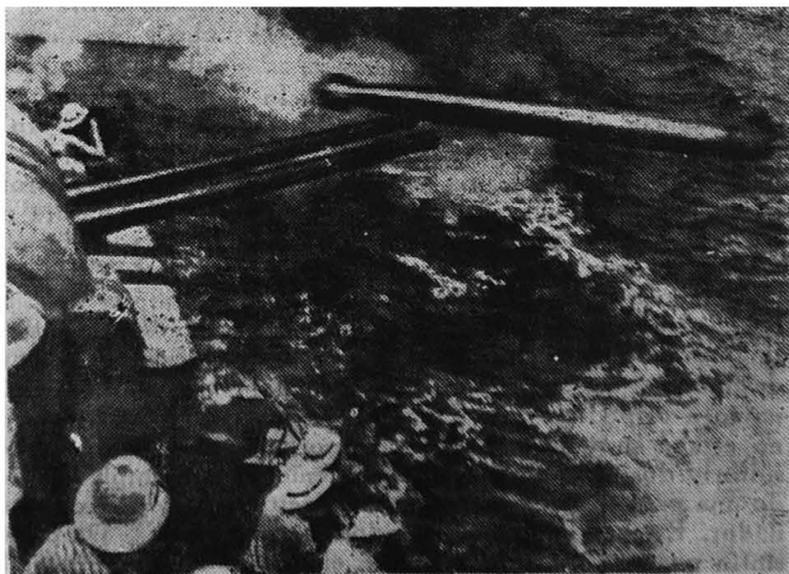
M. BOUGARAN
Capitán de Fragata (R.)

PRIMERA PARTE

Celoso del soldado que lograba llegar bajo las murallas de la fortaleza asediada gracias al abrigo discreto de una zanja a fin de hacer estallar allí la mina que abriría una brecha en la piedra, por largo tiempo el marino buscó los medios de acercarse discretamente a los buques enemigos con el fin de enviarlos al fondo horadando su casco mediante una carga de pólvora. Para esto era preciso inventar el submarino y el torpedo automóvil; era preciso también, como pre-

Traducción libre de "La Revue Maritime" - Julio de 1968, efectuada por el Capitán de Fragata Sergio CARVAJAL Musso.

Lanzamiento de un torpedo.



ámbulo, demostrar lo que nos parece tan evidente, a saber, que una explosión submarina perforaría efectivamente el casco de un buque, demostración que tuvo que hacer Fulton en 1805 ante distinguidos observadores británicos.

Cuando la mecánica y la electricidad alcanzaron un grado de madurez suficiente, numerosos inventores se pusieron a la obra, y así fue cómo en los tres últimos decenios del siglo XIX que como sabemos fue fértil en inventos en el dominio industrial se vieron aparecer por lo menos seis modelos de torpedos que realmente podían llamarse armas submarinas, siendo el primero de ellos el que se impusiera en definitiva, como lo veremos más adelante.

Hemos querido recordar el centenario de su nacimiento en 1869 tratando de trazar, a grandes rasgos, la historia del torpedo independiente, dotado de su propia fuente de energía propulsora, el torpedo automóvil.

LOS ANCESTROS: Torpedos transportados y torpedos derivantes

El buque sumergible de Van Drebbel, que fue presentado en Londres, en el Támesis, a comienzos del siglo XVIII, ha sido tal vez el primer submarino provisto de un torpedo transportado. Con un casco de madera, movido a remos y una carga de pólvora al extremo de una percha, tenía pocas probabilidades de llegar cerca de su blanco y de sobrevivir a la explosión. Esto no impidió que su autor se viera acusado de brujerías y el asunto terminó allí.

En 1773, durante la guerra de la Independencia de Estados Unidos, otra máquina más perfeccionada, pero todavía poco maniobrable fue inventada por David Bushnell, un norteamericano. La "Tortuga" era un pequeño submarino monoplaza con casco de cobre. En la parte superior de la máquina, un tubo hueco dejaba pasar una varilla de fierro finalizando en un tornillo de madera destinado a ser fijado en el costado del navío a torpedear. A popa del submarino estaba suspendida y retenida por un sinfín y dos cuerdas, una caja conteniendo una gran carga de pólvora y un detonador. Este torpedo era arriado por el sinfín que se desarrollaba desde el inte-

rior, era más liviano que el agua y, luego de ser amarrado al tornillo, debía llegar a adherirse al flanco del navío. El torpedero podía alejarse sin ser visto. No obstante era preciso actuar rápidamente, pues la "Tortuga" sólo tenía una autonomía limitada.

La máquina fue ensayada en 1776 para el ataque de la flota inglesa fondeada al norte de la Isla Staten, pero el buque escogido como blanco tenía el casco forrado en cobre, por lo que el tornillo de madera de la "Tortuga" no logró penetrarlo y la tentativa fracasó.

Después de Bushnell viene Robert Fulton, mecánico norteamericano que trabajaba en Francia, quien construyó el "Nautilus", equipado también con un torpedo, transportado o derivante. A pesar de una prueba satisfactoria el 26 de junio de 1801, en el curso de la cual fue destruido un viejo casco, el invento de Fulton no tuvo éxito en Francia y, más tarde, tampoco en Inglaterra. En este país Fulton trató primordialmente de introducir sus torpedos derivantes y logró realizar un experimento con el bergantín "Dorotea", de 200 tons., en la rada de Walmer, el 15 de octubre de 1805, en presencia del Almirante Holloway, de Lord Keath, del Coronel Congreve y otras personalidades. En 1812, en su obra "La Máquina Marítima Infernal y las Tácticas Ofensivas y Defensivas del Torpedo", Robert Fulton escribió: "Esta experiencia fue decisiva: ha probado un hecho sobre el cual se ha discutido mucho y que incluso ha sido negado; la posibilidad de destruir un buque mediante una explosión de doscientas libras bajo su quilla". Pero tal como más tarde ante el submarino, la Armada Real no estaba dispuesta a promover ella misma un arma que podía poner en peligro su superioridad entonces mundial. "England rule the Waves", y Fulton, en la misma obra, da una idea bastante convincente de esto cuando relata su visita a Lord Jervis: "La mañana de mi primera entrevista con el Conde de Saint Vincent, él estaba muy comunicativo. Hablé con él de todos los detalles del mecanismo y del empleo de los torpedos y le di cuenta de la experiencia hecha sobre el "Dorotea". Después de unos momentos de reflexión dijo: "Pitt es el necio más gran-

de que ha existido por alentar un tipo de guerra inútil para quienes son los amos del mar y, que si tiene éxito, los privaría de esta superioridad...".

Muchos otros inventores, como De la Feuillade d'Aubusson en Francia (1840), Philip en Estados Unidos (1851), Wilhelm Bauer en Alemania y en Rusia (1850-1859), James Nasmyth en Inglaterra (1855) propusieron o construyeron submarinos porta-torpedos.

Primer éxito militar de un torpedo desde un submarino (17 de Febrero de 1864)

Fue durante la guerra de Secesión de Estados Unidos cuando tuvo lugar el primer hecho de armas realizado por un submarino provisto de un torpedo. Nueva Orleans sufría entonces un estricto bloqueo por parte de la flota nordista "y el algodón se descomponía en los entrepuentes, los precios habían alcanzado niveles fantásticos y había una gran escasez. Los diarios estaban llenos de descripciones de gloriosos combates en el Norte, pero Hunley y sus amigos veían el espectro de la derrota levantándose en las aguas del golfo". El Capitán Hunley buscó constructores capaces de realizar su idea de un submarino a hélice maniobrado por una dotación, remolcando mediante un largo cable un barril de pólvora flotante: su torpedo.

Se construyó un primer submarino, el "Pionero", pero la entrada de Farragut en la ciudad puso fin a su carrera. Replegado a Mobile, Hunley emprendió la construcción de otro submarino, comprometiendo en ello toda su fortuna personal.

Bautizado el "David", tripulado por una dotación de 9 hombres, incluido el Comandante, el buque fue llevado a Charleston a fines de septiembre de 1862. Una primera tentativa de atacar el bloqueo Federal terminó en una catástrofe: el "David", a remolque, se fue al fondo de la bahía con toda su tripulación. Reflotado y tripulado nuevamente volvió a naufragar; subsanado este nuevo contratiempo en la famosa noche del 17 de febrero de 1864 zarpó al ataque de la fragata "Housatonic", fondeada frente a Charleston. A bordo de ésta estaba de guardia el contramaestre J.K. Crosby, que repentinamente tuvo la impre-

sión de ver remolinos en el agua... Mientras Crosby reflexionaba, los remolinos sobre el agua se aproximaron. Algunos segundos más tarde se hizo evidente que no podía tratarse de un animal marino. Aquello se parecía a una gruesa viga con dos protuberancias no muy acentuadas y avanzaba contra la corriente. La palabra "torpedo" atravesó como un relámpago por el espíritu de Crosby y no vaciló más:

"Todo el mundo a cubierta. ¡Zafarrancho de combate!", vociferó.

A proa, la cadena al arriarse hacía un ruido atronador, el agua hervía a lo largo del casco a medida que la hélice tomaba velocidad. El "Housatonic" dio atrás a toda fuerza, pero el largo monstruo venía sobre babor y se acercaba al codaste.

Bajo la jarcia, a la altura del mástil de mesana, su nariz vino a chocar suavemente contra el casco del navío bloqueador. Un vivo relámpago iluminó los puentes y una explosión resonante acalló el ruido de los fusiles. El puente se levantó y se abrió. La pesada tabla de jarcia saltó por el aire arrancando el aparejo y los mástiles, antes de desaparecer en la noche. Al cañón situado a proa del mástil de mesana se le quebraron los muñones, dejando la pieza libre: volteó suavemente, obstinadamente cayó sobre la cubierta a babor y desfondó la borda.

Bajo una lluvia de astillas de las planchas y un chaparrón de agua que alcanzó hasta el otro extremo del buque, el "Housatonic" zozobró suavemente; una tromba de agua corrió hacia proa y alcanzó la caldera; se oyó un gran crujido, mientras la chimenea vomitaba un humo negro.

En una sucesión de choques vibrantes, el "Housatonic" se fue a pique. Como no había más de 5 brazas de agua, el mar fue a lamer tranquilamente los pies de los hombres aferrados a los flechastes de los mástiles inclinados.

Por este hecho se salvaron numerosos tripulantes, pero el "Housatonic" se había perdido.

En cuanto al "David", quedó eliminado de las listas. El precio, la vida de su cuarta y última dotación que había tomado las armas contra el enemigo, fue una

negra victoria, un último y noble gesto de desafío hacia las fuerzas de bloqueo, pero inútil, pues la entrada a Charleston no se aflojó ni una pulgada.

Los patrullajes fueron doblados y triplicados y los navíos de bloqueo en prevención de contingencias se alejaban durante la noche; otro ataque habría sido imposible. Tres años de labor aplastante y treinta y cuatro vidas humanas eran demasiado por un solo buque bloqueador. ¡Y había un número tan grande de buques cercando la costa!

Años más tarde se hizo saltar el casco del "Housatonic" que todavía yacía a la entrada del "Breach Inlet". Los buzos que prepararon las cargas descubrieron al "David" a una centena de metros de allí, hundido casi completamente en el fango del fondo. Ahí reposa con su última dotación.

Así fue como el primer éxito del torpedo portado les costó la vida a sus autores. ¿Inspiró acaso a los japoneses pilotos de torpedos "Kaiten" en el curso de la última guerra?

LOS INVENTOS DE FINES DEL SIGLO XIX

Los torpedos automóviles y los torpedos controlados

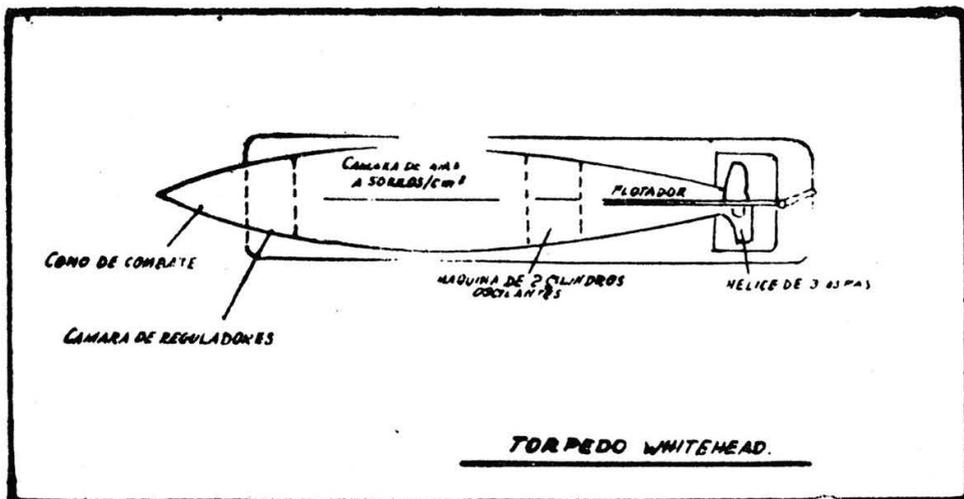
En Europa, en la misma época, el Capitán de Fragata Luppis, de la Marina

austriaca, había emprendido la creación y luego la realización de las pruebas de una especie de torpedo flotante sobre el mar, y dirigido a partir de una base fija, por medio de cuerdas. Llevaba delante este pequeño brulote, una carga de pólvora de cañón que haría explosión por obra de un detonador automático al contacto con el casco del buque blanco. La propulsión debía provenir del vapor o de la energía de un resorte; esta última fórmula era la preferida del inventor.

Después de muchas dificultades, el Comandante Luppis tuvo, en 1864, la buena estrella de acudir al Sr. Whitehead, ingeniero inglés que dirigía una industria de mecánica en Fiume. Descartando la idea de un "torpedo automotriz" navegando en superficie y guiado por cuerdas a partir de una base fija, el Sr. Whitehead, ayudado solamente por su hijo y un hábil obrero, emprendió el estudio y la construcción del primer torpedo submarino automóvil.

Las características del prototipo eran las que se indican en el gráfico:

Pero en 1869, el genial Whitehead ideó el platillo hidrostático asociado a un péndulo, para actuar sobre el timón de profundidad, solucionando el problema del control de inmersión de su torpedo, y el Almirantazgo británico decidió adquirir dos prototipos a fin de someterlos a prueba.



Sus características fueron:

	(1)	(2)
Largo	4,27 m.	4,04 m.
Diámetro	410 mm.	356 mm.
Carga	30 kgs.	8 kgs.

algodón pólvora de dinamita

Estos torpedos, pronto fueron entregados a la Armada Real. Para realizar las pruebas se equipó a la barca a rueda "Oberon" con un tubo de lanzamiento submarino provisto con un pistón accionado con aire comprimido. Se efectuaron 100 lanzamientos de prueba, unos a 8,5 nudos con un alcance de 200 yardas; otros a 7,5 nudos con un alcance de 600 yardas. Los torpedos comprobaron poseer un buen control de inmersión y el Almirantazgo adoptó la decisión de proceder a lanzamientos sobre un blanco real. Se eligió como blanco la corbeta de madera "Eagle", fondeada y protegida por redes contra torpedos; se hicieron dos lanzamientos a la distancia de 136 yardas. El primer torpedo pasó detrás de la red e hizo explosión sobre la popa del blanco, hundiéndolo en un fondo felizmente bajo, de modo que con un segundo lanzamiento se verificó plenamente el éxito al hacer explosión en el casco.

Ante estos resultados el Almirantazgo adquirió la patente de fabricación por la suma de 15.000 libras, probablemente en 1872, y emprendió la construcción de torpedos automóviles en el Real Laboratorio de Woolwich.

A la sazón, la Marina francesa se había interesado en el invento de Whitehead y ordenó hacer las pruebas de ellos a bordo del "Catinat" y en tierra.

En enero de 1873 tuvieron lugar los lanzamientos a diferentes velocidades, entre 6,7 a 11,5 nudos, y se obtuvo un impacto sobre el "Catinat" a 390 m.; estos buenos resultados provocaron el 30 de junio de 1873 la decisión de encomendar a Whitehead dos torpedos prototipos por la suma de 10.000 francos. El torpedo automóvil hizo su entrada en la organización de la Marina.

Bajo la licencia Whitehead, el arsenal de Toulon emprendió la construcción de 8 torpedos en 1875, mientras que el de

Indret fabricaba cinco. Los nuevos torpedos fueron destinados a la protección del paso norte del Mengam, en la rada de Brest.

Diversas pruebas de lanzamiento tuvieron lugar desde tubos fijos en tierra, y a bordo de lanchas lanza-torpedos.

Por oficio en 1879 la Marina francesa ordenó al Sr. Whitehead diseñara un nuevo torpedo bajo ciertas exigencias bastante precisas y severas para la época:

Alcance efectivo	400 m.
Velocidad	22 nudos

Variación en ajuste de profundidad no superior a 40 cms.

Error en deflexión no mayor de 8 mts.

Hasta 1914, los torpedos de la Marina francesa fueron torpedos Whitehead, fabricados en Fiume o bajo licencia en Francia.

Primer Combate

Es probable que los torpedos Whitehead fueran utilizados por primera vez en combate, con éxito, durante la guerra ruso-turca de 1877-1878.

El "Veliki Kniaz Konstantin" era un gran buque de fierro, a hélice, comandado por el Capitán de Corbeta Makaroff (más tarde Almirante, que se distinguiría como Comandante de la Escuadra rusa en Puerto Arturo), equipado con cuatro chalupas porta-torpedos. El 25 de enero de 1878 en la noche, el "Konstantin", fondeado en Pote, puso en el agua a dos de sus chalupas, la "Tchesme" y la "Sinope", llevando torpedos Whitehead, con el fin de atacar la flota turca anclada en la rada de Batoun.

A la entrada de la bahía, las chalupas vieron su ruta bloqueada por un buque vigía y decidieron atacarlo. Una vez que se acercaron a una distancia de más o menos 80 m., lanzaron sus torpedos. Ambos dieron en el blanco e hicieron explosión; dos minutos más tarde no quedaba un rastro del buque torpedeado. Las chalupas volvieron sin novedad a su buque-base.

Torpedo a tracción de Brennan (Australia)

A pesar de sus cualidades, los torpedos automóviles Whitehead eran muy ca-

prichosos en lo que respecta a la dirección de su trayectoria, de modo que más allá de una distancia de 300 m., los porcentajes de impacto eran muy escasos. Por este motivo, el invento del australiano Brennan recibió una acogida favorable por parte del Almirantazgo británico, que le compró su torpedo por la suma de 2.500.000 francos y empezó su fabricación en Chatham desde 1876.

Mientras que el torpedo Whitehead era automóvil, el de Brennan recibía su energía desde la costa. Las hélices de su torpedo eran accionadas por la rotación de dos tambores concéntricos en los cuales estaban enrollados dos alambres de acero que unían el torpedo al tubo de lanzamiento, donde una máquina a vapor hacía girar dos tambores de gran diámetro sobre los cuales estaban embobinados también los dos alambres de acero. Los tambores instalados en tierra y en el torpedo tenían diámetros calculados de tal manera que la tracción ejercida por el cable de acero fuera muy inferior al empuje de las hélices del torpedo.

La inmersión del torpedo era regulada con la ayuda de un péndulo y de un platinillo hidrostático que actuaban directamente sobre el timón horizontal; por falta de potencia se producía una gran irregularidad de navegación en el plano vertical.

El timón de dirección era movido por un dispositivo mecánico que explotaba la diferencia entre las velocidades de dos ejes porta-hélices, diferencia que era accionada desde el puesto de lanzamiento, actuando sobre el número de revoluciones de uno u otro tambor.

La posición del torpedo era indicada por las llamas o el humo producido por la combustión de productos químicos.

El Torpedo Lay (U.S.A.).

En Estados Unidos, la Marina estaba interesada en el torpedo Whitehead; su fábrica de New Port, creada en 1869, incluso había construido y ensayado una copia del Whitehead, pero por largo tiempo seguiría dándoles preferencia a los inventos americanos.

El coronel americano John Lay había construido en 1880 un torpedo propulsado con la ayuda de una máquina de cilindro oscilante movido con ácido carbónico licuado; otra máquina análoga accionaba

la barra del timón de dirección. Un cable unía la máquina con un operador en tierra que controlaba desde lejos la velocidad y la ruta del torpedo; las alimentaciones de las máquinas eran controladas por dos electroimanes. Este torpedo no podía ser utilizado como armamento de buques a causa de la servidumbre impuesta por el cable; sólo servía para la defensa de los puertos.

El torpedo eléctrico guiado por alambre de Sims-Edison (U.S.A.).

Desde 1880, la "Sims Electrical Fish Torpedo Company" de New York había construido torpedos eléctricos, actividad que fue objeto de un acuerdo entre W. Scott Sims y Edison y que dio por resultado la construcción de un torpedo con un nuevo tipo de propulsión que recibió el nombre de sus dos co-autores. El torpedo "Sims-Edison" presentaba, especialmente en relación con el torpedo Lay, la ventaja de no transportar su fuente de energía. Se componía de un flotador de cobre de seis metros de largo aproximadamente, sosteniendo un torpedo de bronce de unos 9 m., con un diámetro de 460 a 640 mm. El flotador sostenía dos mástiles verticales terminados en una esfera, una bandera o una lámpara a fin de permitir al operador en tierra seguir la ruta del torpedo y guiarlo hacia su blanco. Aunque el torpedo se encontrara sumergido, la máquina completa seguía siendo un arma de superficie fácilmente detectable a simple vista.

El cono de combate pesaba alrededor de 100 kgs., después del cual seguía, en el casco cilíndrico, una bobina eléctrica. La masa del torpedo pesaba entre 1.400 y 1.800 kgs. Además del control del timón, el operador en tierra disponía de un control de contramarcha del motor de propulsión y si el torpedo erraba su blanco podía devolverlo a su punto de partida.

En Gran Bretaña, el 15 de febrero de 1892 se efectuó una prueba de lanzamiento desde un buque, mientras éste navegaba a 3 nudos de velocidad. Las pruebas fueron negativas a causa de las dificultades presentadas por el peso y longitud del cable; el torpedo Sims-Edison debía quedar como un arma de defensa de costa.

EL Torpedo automóvil de Howell (U.S.A.) (1891).

Creado como un artefacto de ataque destinado a los torpederos, éste es más preciso que el Whitehead. Howell tuvo la idea de utilizar para la propulsión la energía mecánica almacenada antes del lanzamiento en un pesado volante. El tiempo necesario para hacerlo alcanzar la velocidad de 10.000 revoluciones por minuto era un minuto; por otra parte, el efecto giroscópico de esta masa podía ser utilizado para asegurarle una dirección fija y permitir la corrección de los errores debidos a causas externas o a defectos de construcción de la obra viva de la máquina.

La solución del volante propulsor procuró al torpedo Howell ventajas sobre el Whitehead, que consistían en contar con la presencia de un giroscopio de eje transversal de una masa importante (55 kilos) girando a gran velocidad: 10.000 R.P.M.

Se sabe, en efecto, que la rotación de un giroscopio desarrolla una fuerza a 90° de la fuerza que se le ha aplicado, lo que viene a significar que si el torpedo tenía tendencia a apartarse de su ruta inicial hacia la izquierda, por ejemplo, la reacción del volante (giroscópico) tendía a provocar una inclinación del torpedo hacia la izquierda. Un péndulo móvil en el plano perpendicular al eje del torpedo, tomaba entonces una inclinación igual al ángulo de escora, que basaba para transmitir al timón de dirección y devolver al torpedo a su ruta inicial.

En un informe sobre las pruebas efectuadas por la Armada de Estados Unidos con el fin de comparar la precisión de las trayectorias de los torpedos Howell y Whitehead, en 1891-92, se lee lo siguiente:

"Se efectuaron alrededor de 500 lanzamientos, la mitad con torpedos Howell y la otra con torpedos Whitehead, en condiciones idénticas que la mayoría de las veces fueron las más desfavorables que se podían encontrar en un lanzamiento real.

"Por ejemplo, se puso por blanco un torpedero pasando de través con una velocidad de 18 nudos en condiciones re-

gulares de mar y durante mareas de sisigias.

"Del conjunto de experiencias, el torpedo Howell dio un rendimiento del 98% de los lanzamientos en el blanco, mientras el Whitehead sólo logró el 37%. Tan pronto como se conocieron los resultados, el Gobierno de Estados Unidos abandonó su material antiguo y adoptó de inmediato la nueva máquina para su defensa móvil...".

En el torpedo, el gas comprimido a alta presión en los estanques de la máquina, producía al escaparse un ruido y una turbulencia que lo señalaba desde muy lejos y llamaba la atención del buque sobre el cual estaba dirigido, el que muchas veces podía evitarlo mediante una maniobra oportuna.

Sería preciso esperar cuarenta años para que los torpedos a oxígeno y los torpedos eléctricos lograran escapar a esta grave crítica.

Pero... "la gloria de Howell fue de corta duración. Un giroscopio incorporado al Whitehead le dio una precisión satisfactoria". En efecto, Ludwig Obry, ingeniero austriaco, inventó en 1894 el giroscopio conocido en Francia con el nombre de aparato de Obry, el cual, con una masa total de 3,7 kgs., desempeñó el papel del volante del torpedo de Howell a través de toda la duración del recorrido del torpedo Whitehead, que en esa época alcanzaba una trayectoria del orden de los 2.000 m. en tres minutos, rendimiento que superaba largamente el del torpedo Howell.

Torpedos "exóticos"

Muchos otros inventos con poco futuro o poco conocidos, vieron la luz del día en el curso de este período de fines del siglo pasado.

Uno de los más originales es tal vez el del americano Asa Weeks. Se trataba de una máquina compuesta de un cohete y de una carga de pólvora (llamada también torpedo). El cohete servía de propulsor y el torpedo podía nadar sobre el agua.

El tubo de lanzamiento era de madera, rodeado de 7 anillos de fierro y de 4,90 m. de largo. Antes del lanzamiento el torpedo reposaba allí sobre 8 roletes

y fricción y era mantenido en su lugar por una cuerda.

La carga explosiva estaba colocada en el centro de gravedad del cuerpo flotante; se separaba de él en el momento del choque contra el buque enemigo; se hundía oblicuamente entonces avanzando hasta llegar a hacer explosión debajo del buque atacado.

En la experiencia que se hizo, el torpedo salió del tubo un segundo después de la orden, se deslizó en el agua y se hundió primero a una profundidad de 15 m. luego volvió a la superficie y después de algunas oscilaciones se mantuvo sobre el agua, sobresaliendo de la superficie solamente en 0,10 a 0,12 m. Enseguida recorrió en 10 segundos la distancia de 335 m. que lo separaba del blanco, manteniéndose con mucha exactitud en la dirección de éste.

Torpedo de Reunert Sack

En 1885 aparece el torpedo del General Berdan con máquina movida por un generador a gas de pólvora y teleguiado por un alambre. A decir verdad, la máquina se componía de dos torpedos unidos por un cable de 10 a 12 m.; el primero, sin carga de pólvora, estaba destinado a enredarse en las mallas de la red de contención del buque atacado y a servir de punto de apoyo al segundo, que gracias a un dispositivo debía pasar entonces bajo la red y hacer explosión contra el fondo del buque. También era un torpedo de defensa de costa.

En 1880, el americano Ericsson creó un torpedo-proyectil en forma de puro, lanzado con pólvora por un cañón, con una velocidad inicial de más de 40 metros por segundo.

Pero el torpedo Whitehead conservaba aún sus ventajas iniciales, y la precisión de su dirección estaba algo mejorada.

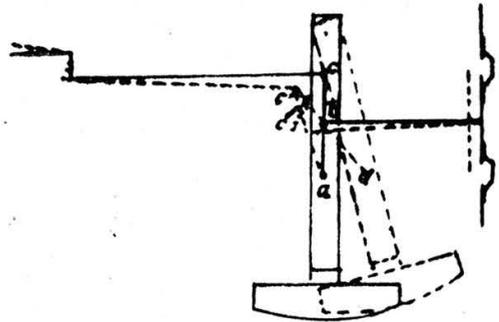
En Alemania, el torpedo Schwarzkopp, copia del Whitehead pero totalmente compuesto de piezas de bronce, era construido en serie, de modo que en agosto de 1888 se celebró en Berlín la salida del torpedo N° 2.000 de las usinas Schwarzkopp. En aquella época la velocidad de los últimos torpedos alcanzaba a 30 nudos, con una carga de algodón pólvora

de 120 kg. A esta altura Italia había encargado 750 y Japón solicitaba 150.

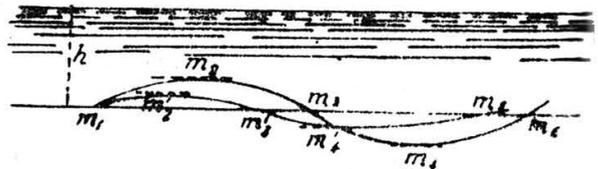
El Torpedo Whitehead en 1898

El torpedo Whitehead tiene la forma de un huso alargado, muy afinado a popa, un poco más ancho a proa. Está dividido en varios compartimientos que son a partir de proa:

- 1°—El cono de combate conteniendo el aparato percutor, la ceba, la carga de la ceba y la carga propiamente tal.
- 2°—El compartimiento de los reguladores de inmersión;
- 3°—La cámara de aire conteniendo aire comprimido a 70 atmósferas para la máquina.
- 4°—El departamento de máquinas.
- 5°—El flotador para asegurar la flotabilidad del torpedo cuando está vacío y su inmersión cuando está lleno de agua;
- 6°—El compartimiento de engranajes destinado a transmitir el movimiento de la máquina a dos hélices animadas de movimientos de rotación en sentido contrario.
- 7°—La cola del torpedo con las hélices y el timón.



ESQUEMA QUE MUESTRA LA ACCIÓN DEL PÉNDULO Y DEL PLATILLO HIDROSTÁTICO SOBRE LA BALANCA QUE CONTROLA EL TIMÓN



EFFECTO DEL PLATILLO HIDROSTÁTICO Y DEL PÉNDULO SOBRE LA MARIPOSA DEL TORPEDO.

La cámara de aire tenía una capacidad de 200 litros; la puesta en marcha del motor se hacía en el momento del lanzamiento mediante el rebatimiento de una palanca provocado por un tope fijado al tubo lanza-torpedos, que habría la válvula de toma de aire. En el caso de un lanzamiento por un tubo aéreo, la puesta en marcha del motor no se producía hasta después de la inmersión del torpedo, con ayuda de una "palanca de retardo" que era rebatida por acción del empuje del agua.

El aire de la cámara pasaba por un regulador que reducía la presión a 28 atmósferas.

Las hélices de dos palas giraban en sentido contrario; el paso de la hélice de proa era levemente superior al de la hélice de popa.

Los dispositivos empleados para obtener una inmersión determinada del torpedo, consistían en la combinación de un platillo hidrostático y un péndulo, cuyo funcionamiento se encuentra descrito en las figuras.

La aguja percutora de la espoleta que hacía explotar el detonador, luego la carga de cebo y la carga explosiva, por efecto del choque del torpedo contra el blanco era atornillada antes del lanzamiento por una pequeña hélice. Al ponerse el torpedo en marcha, ésta se ponía en movimiento por acción de los filetes de agua y desplazaba longitudinalmente un tornillo, permitiendo así el alejamiento a popa de la aguja percutora que actuaba en el momento del choque.

El torpedo Whitehead llevaba además:

—El mecanismo de inmovilización del timón horizontal en el momento del lanzamiento a fin de evitar un desplazamiento brusco del péndulo capaz de alterar los vástagos de dirección del servomotor, mecanismo que se destrincaba después de algunas vueltas de la máquina.

—El mecanismo de parar, igualmente comandado por la máquina que cerraba la válvula de aire después de un recorrido previamente regulado.

—El mecanismo de inundación que, en los torpedos de combate funcionaba al mismo tiempo que el mecanismo de detención y abría las válvulas de inun-

dación del flotador a fin de hacer hundir la máquina.

El Giroscopio Obry

Después de Luppis, inventor del torpedo automático, es otro austríaco, el ingeniero Ludwig Obry, a quien se debe el perfeccionamiento capital del torpedo, el que debía justificar la opinión expresada en 1898 por el ingeniero de construcciones navales H. Brillie en su excelente obra "Torpedos y Torpedistas".

"El torpedo Whitehead es la máquina de destrucción más notable que jamás haya sido concebida".

En un estudio muy detallado, el ingeniero auxiliar de la Marina Sr. Marbec, daba en 1897, la descripción detallada del aparato director Obry N° 83, construido en Fiume en septiembre de 1897.

El aparato estaba compuesto de la siguiente manera:

"Un giroscopio, cuyo eje coincide, en reposo, con la dirección del tubo de lanzamiento, recibe en el instante del lanzamiento un rápido movimiento de rotación por el impulso de un resorte previamente preparado a mano".

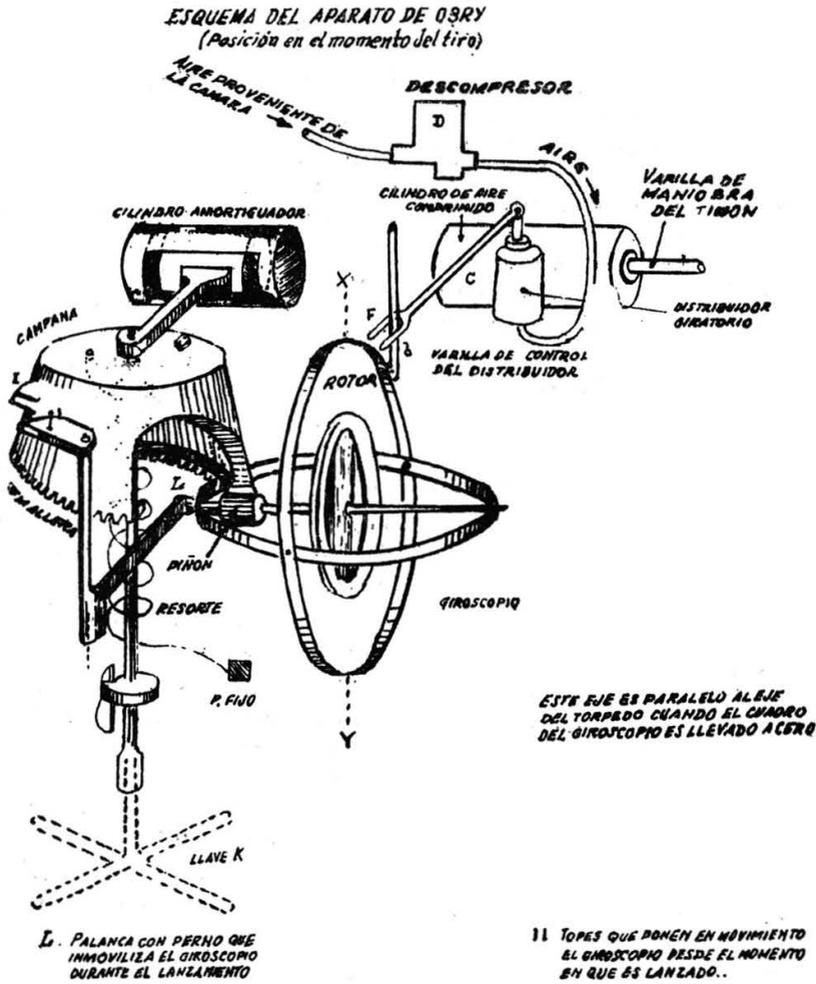
Este impulso es provocado por el accionamiento de la válvula de admisión de aire.

El giroscopio mantiene así, durante 3 o 4 minutos, es decir durante todo el lapso del trayecto del torpedo, una dirección constante, la del tubo de lanzamiento.

Un distribuidor giratorio envía el aire comprimido a 20 kgs. de un "cilindro de aire" que controla los desplazamientos del timón de dirección.

Algunos años más tarde los giroscopios serían lanzados con aire comprimido, pero no se había encontrado todavía el medio de mantener el funcionamiento de su rotor durante la trayectoria del torpedo. No obstante, su fuerza directriz era aceptable; el modelo 1911 permitía asegurar una desviación que fluctuaba entre 6 metros para mil metros de distancia y 150 para una distancia de 8.000 metros.

Lo anterior era suficiente especialmente en el caso de los submarinos que lanzaban a distancias inferiores a 1.000 mts.



SEGUNDA PARTE

**Antes de la guerra 1914-1918:
las enseñanzas de Tsoushima**

En su curso de la Escuela de Aplicación de Ingeniería Marítima en 1904-1905, el ingeniero jefe, Maugas, daba una tabla de los diferentes modelos de torpedos en servicio en esa época.

	1880	1885/87	1880	1887	1892	1904
Diámetro (m.)	0,356	0,356	0,381	0,381	0,450	0,450
Largo (m.)	4,42	4,99	5,70	5,68	5,05	5,05
Peso (kilos)	272	318	405	423	530	650
Carga (k.) (fulm. algodón seco).	18	42	34	42	75	75
Volumen de la cámara (litros).	147	147	215	215	281	291
Presión de la cámara (kilos)	70	85	70	85	90	150
a 400 m.	23	27	23	28,5	31	39,5
Velocidad a 600 m. en nudos				27	29,5	36,5
a 1.000 m.						32,5

Este cuadro permite apreciar los importantes progresos realizados desde el primer torpedo submarino Whitehead, provisto con un regulador de inmersión, que recorrió 400 metros a 7 nudos en 1870. En un cuarto de siglo, desde 1880 a 1905, en la misma distancia, la velocidad de la máquina casi se había duplicado, mientras la carga explosiva llegaba a ser 5 veces mayor, pasando el peso total de 272 a 650 kilos.

En la batalla naval de Tsoushima, el 26 de mayo de 1905, los torpedos japoneses obtuvieron algunos éxitos. El "Sousvaroff", acorazado insignia de la Escuadra rusa, recibió un torpedo después de cuyo impacto se escoró en 10°. Más tarde, cuando el acorazado batido por la artillería enemiga, se encontraba agonizante, la 11ª flotilla de torpederos japoneses lanzó dos salvas de torpedos a 300 metros que lo enviaron al fondo. El acorazado "Borodin" fue igualmente torpedado y los testigos calificaron la brecha practicada en el casco de "grande como un portón". Por otra parte, los japoneses, lanzaron unos 17 torpedos sobre el crucero "Aurora", sin resultado alguno. El acorazado "Navarin", cuya velocidad estaba reducida a 4 nudos, fue rematado con torpedos. Pero el arma esencial que dio la victoria a Japón siguió siendo el cañón.

Según el "Nauticus" de 1907, las diferentes Marinas sacaron de los combates ruso-japoneses orientaciones de dos tipos:

—En primer lugar, el torpedo fue reconocido como arma dotada de verdadera eficacia y cada uno se preocupó de nacionalizar su construcción;

—En seguida, se admitió que convenía aumentar su potencia (efecto explosivo), alcance y velocidad, y lanzar torpedos cuya mecha propulsora fuera previamente encendida, fue el afán primordial de los fabricantes (se le denominó "recalentamiento").

Su influencia sobre el curso de la guerra naval moderna parece segura desde ya, continuará aumentando y llegará a

dominar tal vez el campo de batalla más adelante (Revista de la Guerra del Torpedo, alemana).

Se lee también en la Revista Marítima de junio de 1912 (Italia):

"Estos perfeccionamientos del torpedo que le dan, por ejemplo una autonomía de 9.000 metros, obligarán a aumentar las distancias de combate y también, tal vez, por consecuencia, el calibre y las potencias de los cañones que armarán los futuros superdreadnoughts".

En lo que concierne al recalentamiento o corrida en caliente, parece que fue el invento de Sir W. G. Armstrong, adquirido en 1906 por Whitehead y experimentado en Fiume, el que dio los primeros resultados satisfactorios con un peso complementario de 10,6 kilos. El combustible era bencina o petróleo y la temperatura subía a 500 o 700 grados en la cámara de combustión. Dos torpedos transformados en esta forma dieron velocidades muy elevadas:

A 1.000 metros	43 nudos
A 2.000 metros	36,37 nudos
A 3.000 metros	31,36 nudos

Por su parte, el Teniente de Navío Gestesy, de la Marina Austro-Húngara, había desarrollado un recalentamiento similar combinado con una inyección de agua, la cual se transformaba en vapor sobrecalentado. La temperatura de funcionamiento era de 250 grados.

En Francia, el torpedo 1909 R fue el primero en recibir un recalentamiento a petróleo, sin inyección de agua. Por otra parte existía la preocupación de corregir la baja progresiva de presión a pesar de usar un regulador a fin de mantener suficientemente constante la velocidad de los torpedos de largo alcance llamados "torpedos-distancia". Con este fin, el torpedo 1911 D fue equipado con un segundo regulador de presión, en serie con el primero.

Por su parte, la Marina alemana disponía, en 1914, de tres modelos principales de torpedos:

Diámetro mm.	Largo m.	Carga k.	Recorrido m.	Velocidad n.	Masa total k	Presión de carga	Fluido de de recalent.
500	6	160	8.000	28	1.300	160	—
500	7	190	2.000	28	900	165	Alcohol
600	8,50	190	10.000	28	1.130	175	Petróleo y agua

Los medios de producción de las naciones en guerra aumentaron naturalmente en una forma espectacular entre 1914

y 1918, H. Stroh conocido especialista del torpedo en Francia, hacía, en 1922, el siguiente balance, válido para 1918:

Whitehead	Gran Bretaña	1.500 torpedos por año
Bliss	"	1.500 " " "
Schwartskopp	Alemania	2.000 " " "
Whitehead	Fiume	2.000 " " "
Whitehead	St-Tropez	100 " " "
Whitehead	Nápoles	100 " " "

Agregaba que el conjunto de las fábricas alemanas había sido capaz de construir 4.000 a 5.000 torpedos por año en el curso de los dos últimos años de guerra.

De la primera guerra mundial los historiadores sólo han registrado el papel muy importante desempeñado por los torpedos de los submarinos alemanes contra el tráfico aliado en el Atlántico y en el Mediterráneo. También hay algunas notas sobre ataques espectaculares contra buques de guerra como fue la destrucción de los cruceros acorazados británicos "Hogue", "Cressy" y "Aboukir" por el U-9 de Weddigen, el 22 de septiembre de 1914, que constituyó una gran revelación de la tremenda eficacia del submarino torpedero.

Las opiniones sobre el papel que jugó el torpedo en la batalla de Jutlandia son controvertidas, se ha escrito: "Durante la acción se lanzaron varias centenas de torpedos y un solo buque fue tocado, el "Malborough", mientras que los destructores sufrieron pérdidas considerables, para un resultado mínimo". Muchos otros historiadores estimaron que los ataques de los torpederos alemanes originaron la réplica de Jellicoe y la pérdida del contacto entre las dos flotas.

En mayo de 1920, H. Stroh decía que el torpedo automóvil debía tener una trayectoria horizontal prolongada y a lo

largo de la cual el torpedo es constantemente ofensivo; es dirigido, sobre todo, contra un navío de superficie cuyas obras vivas puede amenazar directamente.

Por el contrario, en el "Naval and Military Record" se leía:

"El último modelo de torpedo necesita 6 minutos para alcanzar su blanco distante 8.000 mts. con una velocidad de 45 nudos, En 6 minutos el buque de línea a 20 nudos habrá cubierto 2 millas. Le bastará con algunas revoluciones de más o menos en las hélices para desbaratar los cálculos más precisos del torpedista. A nuestro parecer, el torpedo es esencialmente el arma del submarino".

"Además, es bastante paradójal ver que, a medida que los marinos se ponen cada vez más escépticos sobre el valor del torpedo, los ingenieros aumentan constantemente el número de tubos en los grandes buques".

Se estaba en plena controversia.

En esta época (1923) los japoneses disponían de torpedos perfeccionados por ellos a partir del torpedo Whitehead. Se mencionaba especialmente un torpedo provisto de un recalentador a petróleo (agua 43 litros, petróleo 7 litros):

Largo	6,70
Diámetro	533 mm.
Alcance	5.000 m. a 34 nudos 18.300 m. a 22 nudos

y de dos torpedos de aviones:

- 4.000 m. a 29 nudos
- 2.500 m. a 41 nudos

En Francia, la evolución de las características después de la guerra era muy neta: por una parte, torpedos de gran velocidad y corto alcance, perfectos para los submarinos y por otra parte, torpedos de gran alcance y velocidad media. Esto mismo era válido para Alemania, Inglaterra y Japón.

Se le daba énfasis al aumento de explosivo, lamentando que Francia no hubiera adoptado el diámetro de 600 m|m., calibre que habría tenido la seguridad de una vida más larga.

Entonces fue cuando los torpedos Mle 1919 fueron equipados con la máquina Brotherhood y la cola Woolwich, que les daban un incremento de velocidad de dos nudos (42 nudos). Aparentemente nadie pensaba en el torpedo eléctrico, muy capaz de alcanzar las velocidades y las distancias requeridas. En 1923, M. Laubeuf y Stroh expusieron las razones del seguro fracaso del torpedo eléctrico:

“Es ante todo el rápido régimen de descarga que hace rechazar al acumulador eléctrico. El aparato completo de un torpedo de aire comprimido y calentador de aire pesa entre 90 a 120 kgs. por caballo/hora producido, y la descarga completa tiene lugar en un minuto a gran velocidad (40 a 45 nudos) y en 10 a 15 minutos a poca velocidad (25 a 30 nudos). Una velocidad de descarga semejante, con el mismo peso para los elementos eléctricos, correspondería a 1.500 amperes por kilogramo de placas para 40 nudos y 500 amperes para 25 nudos. Estas velocidades son inadmisibles y por lo demás no permitirían una descarga completa; sería necesario bajar a velocidades de 10 a 15 nudos para que el acumulador eléctrico volviera a tomar ventaja; sólo para torpedos muy lentos podría ser apropiada la electricidad con los acumuladores actuales”.

Se hacía referencia también a pruebas muy antiguas efectuadas con la ayuda de un torpedo prototipo con acumuladores, construido en 1895, tal vez por insinuación del Teniente de Navío Darrieus, más tarde Almirante, que en 1890 había establecido un proyecto.

El Sr. Stroh recomendaba que se hicieran investigaciones sobre el empleo de oxígeno en lugar de aire, cuyo nitrógeno es la causa de la indiscreta estela, sin disminuir las dificultades de producción y almacenamiento seguro de este terrible gas. Destacaba también la importancia de la turbina “Bliss” con generador a alcohol.

Igualmente había preocupación por crear una conducción por radio de los torpedos: “los torpedos controlados por ondas hertzianas han hecho actualmente progresos suficientes para que se pueda considerar que el problema está en el umbral de su realización”.

Finalmente era notorio que los aparatos de puntería, que en esa época eran muy simples, se habían vuelto insuficientes para el lanzamiento a grandes distancias, y el asunto había sido puesto en estudio a bordo de la “Patrie”, buque-escuela de torpedistas.

En Gran Bretaña, el avión torpedero parecía ofrecer un gran interés para la lucha contra los submarinos; la Blackburn Aeroplane and Motor Co. Leeds había estudiado un biplano de 16 metros de envergadura, que pesaba 2,6 tns. con torpedo y combustible, dotado de un motor Rolls Royce de 350 hp., con una autonomía de 5 horas. El aparato debía ser capaz de despegar desde el puente de un buque.

En Francia se escribía, no obstante: “El ataque de un submarino en inmersión puede hacerse más económicamente e incluso con mayor seguridad por medio de granadas que pueden ir a buscarlo a diversas profundidades”. La síntesis de estos dos puntos de vista, aparentemente opuestos, debía dar por resultado, después de la Segunda Guerra Mundial, el torpedo seguidor autoguiado lanzado desde un avión...

Las conclusiones del conflicto mundial en 1920 eran según Dupont:

“Para dominar al submarino, cuya arma esencial es el torpedo, las Marinas Aliadas han tenido que hacer un esfuerzo considerable que ha sido posible solamente porque disponían de una situación estratégica particularmente favorable y de la casi totalidad de los medios financieros, económicos e industriales de todo

el mundo. Una concurrencia de circunstancias semejantes difícilmente se encontrará en el futuro.

Al alba de la Segunda Guerra Mundial

En Francia, los torpedos que constituían el armamento de los buques de superficie y submarinos en 1939 habían sido concebidos poco después de finalizar la guerra precedente. Los dos modelos 1919-V y 1919-D ya no estaban destinados sino a los buques antiguos. La Flota de 1939 estaba esencialmente armada en forma homogénea por 4 modelos de torpedos:

Máquina a pistón: 1923-D, para el armamento de los cruceros.

Máquina a pistón: 1923-DT, para el armamento de los caza-torpederos.

Máquina a pistón: 1924-V, para el armamento de los submarinos.

Turbinas 1926-V: para el armamento de los submarinos.

W (variante): para el armamento de las lanchas.

DA (variante): para el armamento de los aviones.

Un torpedo a oxígeno sin estela estaba a punto de entrar en servicio en 1939, pero los acontecimientos de 1940 no permitieron esta operación.

Las características de los 4 torpedos que participaron en la guerra eran:

	1924 V	1923 D	1923 DT	1926 V
Diámetro (m/m.)	550	550	550	400
Largo	6,630	8,575	8,310	5,140
Masa total (kg.)	1.490	2.100	2.070	670
Masa de explosivo (kg.)	310	310	265	142
Presión de carga (kg.)	170	220	200	200
Alcance a GV. (M.)	3.000	15.000	9.000	1.800
a PV. (m.)	7.000	20.000	13.000	—
Gran velocidad (n.)	44	35	39	44
Pequeña velocidad (n.)	35	29	35	—
Fluido de recalentamiento	Alcohol	Alcohol	Alcohol	Alcohol
Tipo de motor	Pistones	Pistones	Pistones	Turbina
Precio (Francia)	280.000			

Corresponde rendir homenaje al Estado Mayor y a la Dirección de Construcciones Navales que, después de la guerra 1914-1918, supieron definir las características de los torpedos de los buques de superficie y de los submarinos, efectuar rápidamente los estudios, seguir luego una política sana de los prototipos, para desembocar a tiempo en una excelente estandarización muy favorable para un programa de construcción capaz de satisfacer las necesidades de una flota en plena expansión a partir de 1930.

Una primera etapa fue marcada por los torpedos modelos 1919-V y 1919-D, seguida cuatro o cinco años más tarde por los torpedos 1924-V y 1923-D (y 1923-DT), que iban a ser las armas de los buques de la Marina de Georges Leygues y de Darlan. Desde los primeros a los segundos modelos, los progresos realizados en algunos años fueron muy importantes, como se comprueba examinando las características principales de estos torpedos:

	1919 V	1924 V	1919 D	1923 D
Diámetro (m/m.)	550	550	550	550
Largo (m.)	6,95	6,63	8,18	8,575
Masa (kg.)	1.375	1.490	1.845	2.100
Masa de explosivo (kg.)	240	310	240	310
Recorrido (m.)	4.000/35	7.000/35	14.000/25	20.000/29
Velocidad (n.)	2.000/35	3.000/44	6.000/35	15.000/35

Una forma de comparación consiste en retornar los datos esenciales del problema:

Llevar lo más lejos y en la forma más rápida posible, una carga explosiva lo más pesada posible con la máquina más liviana posible, es decir caracterizar cada torpedo por el producto: $P = \text{Distancia} \times \text{velocidad} \times \text{masa explosiva}$, estando subentendido que el tipo de explosivo no varía de una máquina a otra. La comparación entre los productos P hace aparecer las cifras siguiente, que son elocuentes:

Torpedo 1924 V		Torpedo 1919 V	
A	PV	A	GV
2,08		1,65	

Después de medio siglo aproximadamente, la misma comparación entre el torpedo automóvil Whitehead 1877 y el torpedo 1924-V, naturalmente, dio por resultado una cifra considerable (habiéndose supuesto que el explosivo de 1877 tenía la potencia de la toilita):

Torpedo 1924-V. a G.V.	Torpedo Whitehead 1877
------------------------	------------------------

Si bien estos progresos son espectaculares, es preciso no perder de vista que el medio siglo considerado, también había hecho evolucionar magistralmente las características de los buques de guerra, cuya velocidad máxima prácticamente se había duplicado en lo que se refiere a los buques capitales, mientras que la artillería de defensa cercana a tiro rápido había venido a impedir los ataques a boca de jarro.

Durante el recorrido (máximo) de unos 40 segundos de 1877, el objetivo no se habría desplazado más de 300 m. o sea aproximadamente, tres veces su largo, mientras que cincuenta años más tarde, el tiempo recorrido de un torpedo 1923-D lanzado a 20.000 m. sería de 13.8 minutos, durante los cuales el blanco podría recorrer un poco más de 20.000 m., lo mismo que el torpedo. Se

ve por ello que las oportunidades de un impacto se habían vuelto muy escasas, incluso aunque se lanzaran salvas de torpedos. Evidentemente, al torpedo le faltaba el ser inteligente o teleguiado. El hecho de que fuera ofensivo durante todo su recorrido no cambiaba gran cosa el asunto.

Por el contrario, los submarinos se habían visto dotados de un arma excelente, ya que el torpedo 1924-V podía recorrer más de 2.500 m. en 2 minutos.

Desgraciadamente, la máquina era tan indiscreta como sus homólogos siendo así

que con mar calmo, frecuentemente era visto a buena distancia por los vigías y evitado por una simple maniobra evasiva. Esto daba por resultado la necesidad, costosa desde todo punto de vista, de lanzar salvas de varios torpedos para tener la cuasi certidumbre de un impacto.

$$\frac{7.000 \times 35 \times 310}{400 \times 21 \times 12} = 125$$

Además, era necesario que la navegación del torpedo en inmersión fuera precisa, pues la máquina obligatoriamente debía entrar en contacto con el casco del blanco para que la espoleta hiciera estallar la carga. Los torpedos magnéticos no debían aparecer hasta 1939-45. A este respecto, conviene recordar que esta manera de dar fuego fue objeto de acerbias críticas de parte de los submarinistas en sus comienzos, tanto de la Marina alemana como de la estadounidense, y solamente en 1942 resultó satisfactoria para los combatientes.

Después de los japoneses en Tsushima y los alemanes en Jutlandia, fueron los buques de superficie americanos los que realizaron tal vez el último hecho de armas importante para dar crédito al torpedo automóvil, descendiente directo del invento de Whitehead. Esto ocurrió en

la noche del 24 al 25 de octubre de 1944 en el estrecho de Surigao, al Este de Leyte, entre la Séptima Flota americana del Almirante Oldendorf y las Fuerzas japonesas de los Almirantes Nishimura y Shima.

Las armas presentes eran:

Por el lado americano: Artillería
 Torpedos

Por el lado japonés: Artillería
 Torpedos

Sacando provecho de la superioridad de sus radares y de las ventajas tácticas que podía ofrecer un combate de noche en un estrecho los torpederos y las lanchas americanas lanzaron 8 ataques contra las fuerzas japonesas, en el curso de las cuales la 54ª flotilla de torpederos lanzó salvas de torpedos a razón de 9 por lanzador con un total de 100 torpedos que hundieron las siguientes unidades: el acorazado "Yamashiro", los torpederos "Mishishio" y "Assagumo", y se averió al acorazado "Fuso". La artillería hizo el resto.

Estos ataques en que los torpederos lanzan salvas de 20 a 30 torpedos (a distancias cercanas frecuentemente a los 10.000 m.) tienen por efecto contaminar zonas tan extendidas que las maniobras de los blancos se vuelven casi inoperantes. El análisis de los lanzamientos de la flotilla 54 demuestra que los torpedos lanzados por el grupo del Este tuvieron que cubrir un ángulo peligroso de más de 120 grados, más de 90 de los cuales en alejamiento, asegurando por lo menos un impacto a pesar de un error de

más de ± 4 nudos sobre la velocidad de los blancos.

Este empleo en masa de los torpedos tiene un excelente rendimiento aunque los blancos atacados puedan caer fácilmente; sin embargo la pequeña área de maniobra como en el estrecho, las difi-

64 piezas pesadas (406 y 365)
83 piezas medianas (203 y 152)
250 torpedos (en tubos quintuples en los DD.)

24 piezas pesadas (356)
42 piezas medianas (203)
102 torpedos.

culta y retarda al avistamiento de los torpedos.

Sin duda, esto fue el canto del cisne del arma que hemos venido describiendo. Desde entonces el torpedo se convirtió en el arma submarina por excelencia, habiendo logrado navegar en las tres dimensiones.

Antes funcionaba con la cabeza gacha, en línea recta, sordo y mudo, ahora se ha vuelto inteligente, sensible a todo eco sobre un casco, capaz de seguir diversas rutas previamente fijadas antes del lanzamiento; equipado con espoletas a distancia y finalmente indetectable a la vista, pues su propulsión eléctrica no forma estela que pueda descubrirse a la distancia en la superficie.

Pero ésta es otra historia que otros más calificados que el autor podrían relatar, ahora que se han cumplido cien años desde que el genial Whitehead puso en el mundo la máquina que debía hacer su fortuna y al mismo tiempo costar la vida a millares de hombres y hundir millones de toneladas de buques.