



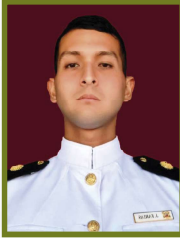
Repaso por la historia del sonar cuyo perfeccionamiento fue ampliamente impulsado por catástrofes históricas y tuvo implicancias en todos los niveles de la guerra, táctico, operacional y estratégico, tal como se evidenció durante la Segunda Guerra Mundial, permitiendo a las fuerzas aliadas navegar y transportar ayuda humanitaria y militar a Europa continental. Por su importancia para el empleo de submarinos, así como el alto impacto estratégico que estas unidades de combate poseen en la guerra naval, la tecnología del sonar debe ser considerada de alta prioridad para la defensa nacional.

IMPLICANCIA ESTRATÉGICA DEL DESARROLLO DEL SONAR



Fuente: Thales.

A review of the history of SONAR, whose improvement was largely driven by historical catastrophes and had implications at all levels of warfare - tactical, operational and strategic - as evidenced during World War II, allowing the Allied Forces to navigate and transport humanitarian and military aid to continental Europe. Due to its importance for the use of submarines, as well as the high strategic impact these combat units have in naval warfare, SONAR technology should be considered a high priority for national defense.



**Alférez de Fragata
Juan Farías Medroa**

Bachiller en Ciencias Marítimas Navales por la Escuela Naval del Perú graduado en diciembre del 2022. En el año 2023 se desempeñó como Oficial de Apoyo Aeronaval en la Fragata Misilera B.A.P. Mariátegui, certificado como Oficial de Cubierta de Vuelo. Actualmente se encuentra cursando la segunda especialidad profesional de "Submarinos" de la Escuela de Especialización Profesional de la Marina de Guerra del Perú en la Escuela de Submarinos.

Farias, J. (2024). Implicancia Estratégica del desarrollo del Sonar. *Pensamiento Conjunto*, Año 12, N° 2. pp. 19-25. ISSN: 2707-367X

Fecha de recepción: 1 de octubre 2024
Fecha de aceptación: 4 de noviembre de 2024
Fecha de publicación: 30 de diciembre de 2024

INTRODUCCIÓN

Durante un largo período fue imposible explorar las profundidades del mar. Ello no significaba que no fuese de gran interés, pues era un fuerte deseo el estudiar sus bondades y misterios, aparte de ser de utilidad por motivos bélicos. Ejemplo de esto es la historia de Alejandro Magno, buscando un modelo primitivo de submarino al ser arrastrado en un compartimento. (Ver imagen 1)

Con la llegada del siglo XVIII, y los avances en ciencia y técnica, se logró elaborar el primer submarino en su forma más primitiva, el "Turtle". (Ver imagen 2) Se trataba de una cápsula con propulsión manual accionada por un operador a través de manecillas y palancas, siendo su propósito el destruir el buque británico HMS Eagle. Si bien la misión resultó infructuosa, se había sentado un precedente que revolucionaría la guerra naval y abriría un nuevo campo de batalla: las profundidades del mar. Se había demostrado que era posible construir un buque submarino.

PERFECCIONAMIENTO DEL SONAR

A raíz del desastre del RMS Titanic, se vio la necesidad de detectar icebergs para una segura navegación en similares condiciones. Por eso, en 1914, Fessenden construyó y probó su oscilador que le permitió detectar icebergs a una distancia de 3.2 millas náuticas. Pese a probar su eficiencia, no fue atractivo para las compañías mercantes, que no consideraban rentable comprar dispositivos para una navegación segura -dado que hasta ese momento no se habían utilizado y que, solo serían de utilidad en condiciones muy específicas

PALABRAS CLAVE: SONAR, SUBMARINO, GUERRA ANTISUBMARINA.
KEYWORDS: SUBMARINE, ANTI-SUBMARINE WARFARE.



IMAGEN 1



Legenda de Alejandro Magno siendo remolcado en un barril durante el sitio de Tiro en combate contra los persas.

en aguas restringidas- por ello, no se hizo efectiva su implementación en buques mercantes.

En 1915 el inglés Lord Rayleigh desarrollaría sensores biaurales que luego serían instalados por la marina alemana en sus submarinos para que el operador pueda distinguir las marcaciones de procedencia de los contactos detectados.

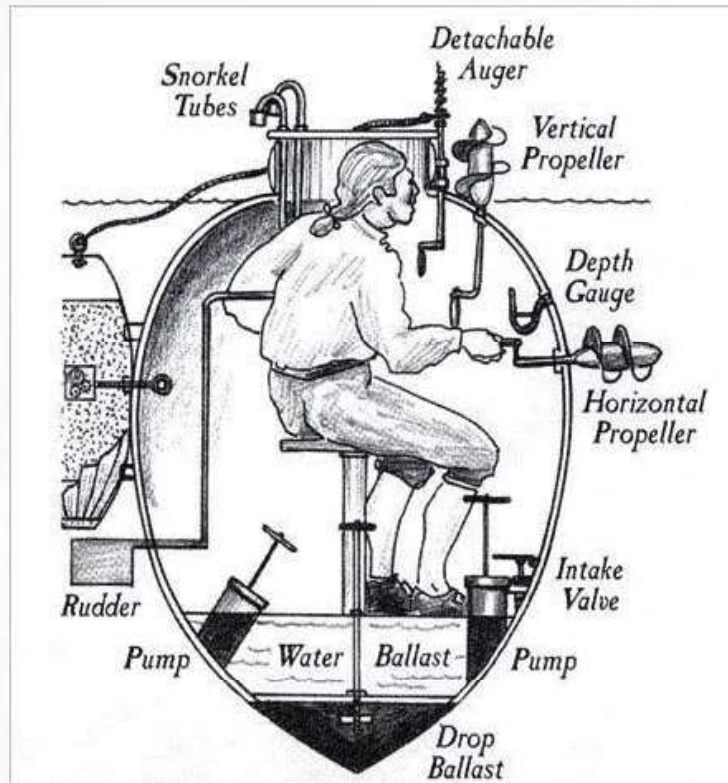
Los sensores biaurales funcionan de forma similar a como lo harían un par de audífonos en la actualidad. Permitían al operador escuchar el sonido del mar de la misma forma como lo haría una persona, en su vida cotidiana. Lo cual generaba una percepción tridimensional que permitía identificar las marcaciones de origen de los ruidos detectados (Ver imagen 3)

En 1917 el físico francés Paul Langevin utilizó las propiedades piezoeléctricas del cuarzo para construir transductores que permitirían transformar las ondas acústicas en señales eléctricas y así sentar las bases de la detección acústica subacuática.

Durante dichos años, la marina alemana descubrió que los hidrófonos que usaban para comunicaciones submarinas a través de código morse, detectaban toda clase de sonidos subacuáticos. Esto significaría que no solo podrían usar los transductores para comunicarse, sino que, con las adecuaciones correctas serían capaces de escuchar al enemigo a través de ellos. Luego de modificar los hidrófonos para trabajar a frecuencias de 1000 Hz, fue posible que se emplearan para navegar y detectar contactos. Se había implementado una frecuencia de trabajo baja para favorecer el alcance y la propagación pues el sonido es una onda que perturba el medio en el que viaja y sufre pérdidas conforme se mueve en una u otra dirección. Se podría entender el sonido como vibraciones en un medio, de esta forma el sonido que escuchamos en nuestra vida cotidiana no es otra cosa que vibraciones perturbando el aire en el que viajan. Siguiendo esta analogía concluimos que en la acústica submarina el sonido es la perturbación de las moléculas de agua que se empujan unas a generando una onda. Al igual que las ondas electromagnéticas que son usadas en los radares y



IMAGEN 2



Tripulante del primer sumergible Eagle operando su sistema de propulsión

que perturban el campo electromagnético en el que se desenvuelven, las ondas acústicas sufren pérdidas y la forma de reducir los efectos de dichas pérdidas es utilizando una longitud de onda lo suficientemente grande como para resistir a los cambios producidos a las pérdidas, es decir utilizando bajas frecuencias. Al establecer una frecuencia de 1000Hz los alemanes consiguieron un sensor acústico capaz de detectar contactos a suficiente distancia para un empleo eficiente para la época tanto en la táctica como en la navegación.

El Versuchkommando der U-Boote (servicio alemán de los U-Boote) desarrolló hidrófonos de carbón. Tras una exitosa investigación, se comenzó la construcción de los hidrófonos, que, al ser terminados, consiguieron pasar por pruebas diseñadas para comprobar su capacidad de resistir los ataques por cargas de profundidad, ello permitió que se instalarán en buques de guerra, tanto en la banda de estribor como en la banda de babor. En total se instalaron dos grupos de seis hidrófonos. Se dividían en tres secciones de dos hidrófonos a cada banda del

buque. Cada sección usaba un hidrófono sensible a 700Hz y uno para frecuencias menores. Al comparar los distintos hidrófonos colocados en ambas bandas, resultó posible discriminar con mayor precisión la dirección de procedencia del sonido.

El departamento de comunicaciones situado en Kiel trabajó con ondas sonoras, llegando a desarrollar la capacidad de detectar objetos sumergidos, cronometrando los tiempos de ida y vuelta del eco a diferentes distancias, logrando la capacidad de detectar contactos con marcación y distancia.

Si bien el desarrollo de las técnicas de detección submarina se perfeccionaría constantemente en el futuro, en ese momento se alcanzó la detección acústica submarina tanto por escucha (sonares pasivos) como por eco localización (sonares activos). Sistemas de detección que permitirían a la humanidad colocar un asesino silencioso escondido e inadvertido en los mares. Un asesino que empezaría por aterrorizar flotas enteras, tanto de mercantes como buques de guerra. Un guerrero silente que en

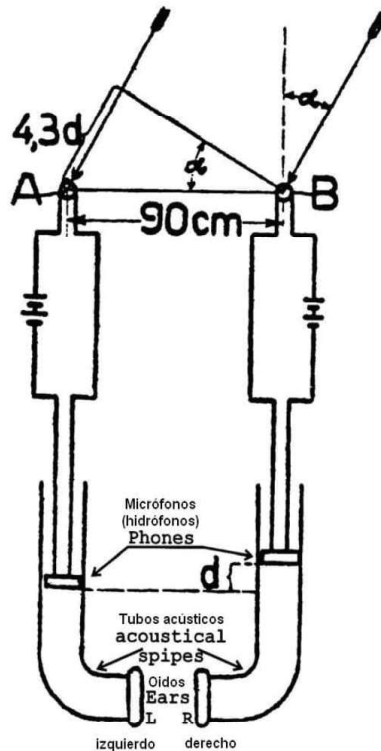


un futuro alcanzaría la capacidad de atacar blancos aéreos y terrestres y que hoy en día es capaz de almacenar las armas más aterradoras que la historia ha podido presenciar, las armas nucleares. En ese momento se sentaron las bases para la guerra submarina de la forma letal y eficiente como se conoce hoy. En ese momento se había completado el desarrollo tecnológico para los sonares pasivos y activos.

Durante la Primera Guerra Mundial, el imperio alemán utilizó los sumergibles, influenciado por la *jeune école*, la cual era una tendencia militar que buscó efectuar la guerra naval a manera de guerra de desgaste a través de ataques a las líneas de comunicaciones marítimas, buscando así evitar el enfrentamiento en una batalla decisiva todo esto con el fin de causar el mayor daño al enemigo con el menor riesgo posible para las fuerzas navales propias. La *jeune école* permitía a una armada enfrentarse a una flota más grande y poderosa explotando sus recursos al máximo y era bastante eficiente al mediano y largo plazo. No es de extrañar que el imperio alemán se acogiera a esta escuela de pensamiento sobre la

guerra naval ante la notable inferioridad que tenía Alemania en comparación a su armada enemiga. Para esa época ya había quienes sostenían que el arma submarina era “el arma de los países pobres” por el impacto significativo que tenía en la guerra naval y su alto poder disuasivo, que, al compararse con su costo de fabricación, resultaba en una gran relación “costo-beneficio”. De acuerdo con lo esperado por el alto mando naval alemán, sus U-Boote dieron notables resultados negando el uso del mar a las flotas aliadas. Esto llevó a los Estados Unidos y al Reino Unido a unir esfuerzos científicos con vista a perfeccionar sus métodos de detección submarina. Resultado de dichos esfuerzos se conformó el Allied Submarine Detection Investigation Committee (ASDIC, por sus siglas en inglés). Este comité, encargado específicamente de mejorar la tecnología del sonar, terminó su primer sistema en 1918. Contaba con un dome que permitía al buque operar el sonar mientras estaba en movimiento y trabajaba en frecuencias entre 20KHz y 50KHz. El sistema ASDIC sería mejorado durante las décadas de 1920 y 1930. Aprovechó el período entre guerras para

IMAGEN 3



Sensor Biaural utilizado en los U-Boote alemanes.



profundizar en la investigación de la propagación del sonido en el agua y sus aplicaciones a la guerra antisubmarina. Un gran descubrimiento durante esa época fue el hecho de que las ondas acústicas que se encontraban en las frecuencias más altas sufrían mayor atenuación en el mar que aquellas ondas de frecuencias más bajas. En base a este descubrimiento se cambiaron las frecuencias de trabajo de los sistemas ASDIC, que pasaron de 21KHz – 31KHz a un nuevo rango de 14KHz a 26KHz que resultó en un considerable aumento en el alcance del sonar.

Se había terminado de sentar las bases del sonar moderno así mismo como los principios acústicos que regirán su funcionamiento. Solo faltaba una cosa al sonar: Su “Nombre”. La palabra SONAR es un acrónimo en inglés, sus siglas responden a “Sounding Navigation and Ranging” y no fue hasta 1942 que fue acuñada por Ted Hunt director del laboratorio de sonido subacuático de la universidad de Harvard.

Durante la Segunda Guerra Mundial la Kriegsmarine empleó aún más eficientemente sus U-Boote que en la Primera Guerra Mundial a través de la táctica de la “Manada de Lobos”. Dicha técnica consistía en colocar una red de submarinos que negarían el control del mar a los aliados. Al detectar un

convoy o un blanco de alto valor el comandante del U-Boote transmitía su posición a su base en tierra, desde la cual el almirante Dönitz evaluaba la situación y en caso lo considere oportuno transmitía una señal al resto de sumergibles para que se dirigieran al blanco. Esto era oportuno por el alto margen de error que había al disparar un torpedo como consecuencia a no poseer tecnología de filoguiado, la cual consiste en poder guiar al torpedo a través de un cable. En esta época únicamente se contaba con torpedos de corrida directa.

Cabe resaltar que no es factible aplicar esta técnica en la actualidad para negar el mar por el riesgo que implica poseer a dos unidades submarinas navegando en inmersión en la misma área de patrullaje. Aunque para facilitar al lector la comprensión del texto, hasta ahora se ha usado el término “submarino” indistintamente, a este respecto hay cierta precisión necesaria para proseguir con el relato. Durante las guerras mundiales todavía no se contaba con submarinos propiamente dichos, el término correcto sería “sumergible”. La diferencia entre ambos términos radica principalmente en las capacidades de inmersión. Mientras que un sumergible navega en superficie y entra en inmersión únicamente para efectuar el ataque o huir del convoy luego de disparar torpedos. Los submarinos por otro lado, están

IMAGEN 4



Sonar utilizado durante la 2da Guerra Mundial



diseñados para navegar en inmersión y únicamente navegan en superficie para entrar y salir de puerto. Esto conlleva a que los submarinos no puedan navegar en una misma área pues el silencio propio de su modo de operación implica que pueda ser confundido como un submarino enemigo al ser detectado por otras unidades aliadas. En la época del desarrollo de la táctica de la manada de lobos empleada por el almirante Dönitz se empleaban sumergibles, es decir que navegaban la mayor parte del tiempo en superficie, de ahí que puedan recibir señal enviada desde tierra y dirigirse en superficie hasta el punto indicado, entrando en inmersión únicamente para atacar a un blanco previamente ploteado.

La estrategia del almirante Dönitz demostró ser altamente efectiva contra una armada superior. En consecuencia, la máquina de guerra nazi se enfocó en la construcción de U-Bootes pues era la única forma de hacer frente y vencer a los aliados. Su costo y tiempo de fabricación era muy bajo en comparación a lo que le costaba a Inglaterra la pérdida de sus buques tanto de unidades navales como mercantes. De esta forma Hitler dominó por algunos años el océano Atlántico. A este enfrentamiento en el mar de Europa occidental caracterizado por el constante hostigamiento a los buques mercantes y unidades de la armada por parte de los sumergibles de la Kriegsmarine se le conoce como “La batalla del Atlántico”. Ese terrible escenario únicamente pudo cambiar cuando los aliados desarrollaron mejor tecnología en la guerra antisubmarina contra la que los alemanes no estaban preparados. La principal tecnología de ellas, El Sonar. De esta forma la investigación científica y el desarrollo tecnológico cambiarían el curso de la Batalla del Atlántico, de la guerra misma y del mundo moderno. (ver imagen 4)

El sonar desarrollado por los americanos durante la segunda guerra mundial permitiría detectar a los sumergibles alemanes a una distancia mayor a la que ellos podrían detectar una unidad aliada. Esto tuvo implicaciones inmediatas en disminuir significativamente el tonelaje de buques hundidos por los sumergibles alemanes, a su vez repercutió en el resultado de la batalla del Atlántico y por consiguiente en el resultado de la guerra pues sin el control del mar, las fuerzas aliadas y en especial EEUU no po-

dría apoyar con recursos humanos, armamentísticos o logísticos a los aliados en Europa.

Es innegable el papel protagónico no solo en los campos de batalla sino en la investigación tecnológica de EEUU pues en gran medida la guerra se ganó por una mejor tecnología por parte de los aliados. En el pacífico la guerra terminó gracias al proyecto Manhattan, pero en Europa se podría decir que la guerra dio un giro a favor de los aliados cuando EE.UU. logró desarrollar un sonar superior al de los alemanes, el cual acompañado de otras tecnologías de guerra antisubmarina permitió combatir eficientemente a la, hasta entonces, formidable manada de lobos alemana.

CONCLUSIONES

Podemos apreciar al repasar brevemente la historia del sonar que es una tecnología poderosa para la guerra y que será muy o poco eficiente de acuerdo a aquellos que la operen. Su perfeccionamiento, al igual que casi todos los desarrollos tecnológicos de la humanidad, fue ampliamente impulsado por catástrofes históricas. El primero fue el hundimiento del Titanic por su colisión con un iceberg y posterior y principalmente las dos guerras mundiales, en especial la segunda. Durante esta guerra, la cual probablemente marcó no solo a Europa sino al futuro del mundo, la tecnología del sonar tuvo implicancias en todos los niveles de la guerra, táctico, operacional y estratégico. Destacando el impacto estratégico podemos apreciar que permitió a las fuerzas aliadas navegar y transportar ayuda humanitaria y militar a Europa continental. Ayuda que posteriormente cambiaría el curso de la guerra. De esta forma se puede apreciar la implicancia estratégica que tiene el empleo del sonar en escenarios con un amplio componente naval como es el caso de nuestro país. El sonar es un componente esencial del arma submarina pues si el submarino es ciego, el buen empleo del sonar representa sus oídos como método de eco localización. Es imprescindible pues, el empeño de una marina en el desarrollo e implementación de sonares de alta tecnología y eficiencia para poder explotar las bondades que trae consigo el empleo de submarinos de ataque. Recordemos que en situaciones en las que una flota debe enfrentarse a



un enemigo con superioridad numérica o tecnológica el empleo de submarinos es altamente efectivo pues genera un gran esfuerzo y estrés en el enemigo que deberá movilizar y emplear varias unidades y tecnologías para detectar a un solo submarino. Además, las capacidades de ocultamiento de las unidades submarinas permiten el ataque a objetivos de alto valor y hostigamiento a las líneas de comunicaciones marítimas de la misma forma como lo hizo el Huáscar durante la guerra del Pacífico. Por la importancia del sonar para el empleo de submarinos y el alto impacto estratégico que estas unidades de combate tienen en la guerra naval podemos concluir que debe ser considerado como una tecnología de alta prioridad para la defensa nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- D'amico, A., & Pittenger, R. (2009). A brief history of active sonar. *Aquatic Mammals*, 35(4).
- Massa, F. (1989). Sonar transducers: a history. *Sea Technology*, November.
- Whittaker, J. C., & Richardson, M. D. (2006). *Handbook of multibeam sonar*. Springer Science & Business Media.
- Urlick, R. J. (1983). *Principles of underwater sound* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Bauer, Arthur (2005). Algunos aspectos apenas conocidos del GHG, el aparato de escucha de los uboote. Sitio Web U-Historia. Revisado en <https://www.u-historia.com/uhistoria/tecnico/articulos/ghg/ghg.htm>.
- Santos, Francisco José (s/f). Breve Historia del Sonar. Sitio web U-Historia. Revisado en <https://www.u-historia.com/uhistoria/tecnico/articulos/sonar/sonar.htm>
- De la Rosa, Enrique (2007). Sondas Batimétricas; Cartografía Submarina. Ingeniería de las Ondas: Historia del Sónar. Laboratorio de procesamiento de imagen. Revisado en: https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io7/public_html/sonar2.html