

Revista de Marina

Año VII

NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1922

Núm. 6



Empleo de los Aparatos de Aviación en la Guerra Naval

Por el Comandante D. E. Cummings, U. S. Navy

Traducido de The Naval Institute Proceedings por el Teniente 1º
Roque A. Saldías

Los aparatos de aviación se revelaron en la gran guerra como nuevos elementos de combate, y aún lo son, siendo su desarrollo incompleto e imperfectamente comprendido. Con el objeto, por consiguiente de que pueda desarrollarse su utilización en la guerra, y de que los oficiales tengan oportunidad de emplearlos inteligentemente, es necesario considerar (a) las funciones de que se cree son capaces en la actualidad, (b) las limitaciones a que están sujetos y (c) la dirección en que se espera pueden desarrollarse.

Los aparatos de aviación son, en general, de dos tipos, (1) más pesados que el aire y (2) más ligeros que el aire. Las máquinas más pesadas que el aire son cons-

truidas para aterrizar o amerisar; y algunas de cada tipo estan hechas para, en caso de emergencia, amerisar y aterrizar. En la actualidad, los aparatos que se utilizan, más pesados que el aire, son todos planos.

Otro tipo de máquina más pesada que el aire, conocida con el nombre de helicóptero o girocóptero, se halla en proceso de desarrollo, y tiene la particularidad de que el propulsor gira en un eje vertical. Diferirá del aeroplano en que podrá ascender, descender y maniobrar sin mantener una elevada velocidad de componente horizontal.

En los aparatos más ligeros que el aire se considera a los globos libres, los globos cometas (cautivos) y los dirigibles. El globo libre es la vieja diversión del circo, que cuando se eleva se halla por completo a merced del viento y, sólo puede ser controlado, mediante amarras y variando los pesos embarcados o la presión de gas en la envuelta. El globo cometa es un globo cautivo, con dispositivos para conservarlo orientado del viento. El dirigible es un globo libre con aparatos motor y de gobierno.

El valor en la guerra de los aparatos de aviación depende de cierto número de factores, tales como su movilidad, visión, dificultad de ser atacados. Pueden atacar lugares que, de otro modo, son inaccesibles a la observación. Tienen la facultad de operar sobre tierra y sobre el mar; pueden alcanzar y separarse, velozmente, de un punto ventajoso a la observación y el bombardeo; pueden tomar una vista a vuelo de pajaró de la superficie de la tierra, dentro de sus radios de visión, cuyo ángulo les proporciona una imágen más verdadera y completa que una vista tomada cerca de la superficie. En muchos casos pueden alcanzar su punto ventajoso, y alejarse de él, sin revelar su presencia. Su ventaja en la visión estriba en el ángulo bajo el cual observan y en la

velocidad con que van y vuelven y, algunas veces, en la distancia a que lograr ver.

El alcance de visión varía mucho según las condiciones. En Filadelfia, en un día nebuloso, al salir de la bruma algunos aviones, divisaron Atlantic City a 60 millas de distancia. En Hampton Roads, en un día claro, las máquinas voladoras vieron a 30 millas, con toda nitidez y detalle, buques en la mar, y distinguieron el humo de Richmond, 90 millas a lo lejos, en tanto que el día anterior uno de los mismos aparatos, sirviendo de spotter a buques que hacían fuego, y hallándose a 1500 pies por encima del blanco, pudo ver a éste, pero no los fogonazos de los barcos que disparaban. Por consiguiente, no pueden ser de gran valor las reglas de visibilidad en los aparatos de aviación. A diferentes alturas, la bruma puede hacer indistinguibles desde la cubierta a las máquinas aéreas y reducir, materialmente, la visión de éstas.

Es muy variable la visibilidad de los aparatos de aviación. Un hidroplano, operando a 100 pies como parte de una escuadra, de día y con tiempo claro en Guantánamo, fue totalmente perdido de vista por un aparato análogo a distancia inferior a cinco millas; mientras que el NC-4, en las proximidades de Lisboa, fue distinguido a la puesta del sol, proyectado al oeste, a una distancia de cerca de 20 millas.

Generalmente, los aviones son menos visibles cuando, volando a poca altura, van en línea recta hacia o en dirección contraria al observador. Se divisan más fácilmente en día claro cuando existen elevadas nubes stratus; si hay cierta nebulosidad, son difíciles de distinguir al medio día. Corrientemente no despiden humo que los revele, aunque el humo del NC-4 fue visto en Lisboa antes que el aparato. En el caso de máquinas observa-

das desde abajo, no es eficaz el color de protección, pues la parte visible de ellas está siempre en la sombra y a la distancia parece negra. Con relación a los buques, en casi todas las circunstancias, las pequeñas dimensiones de los aeroplanos hacen que la visibilidad sea inferior a la visión.

Los aparatos más ligeros que el aire pueden ser pintados de modo que, en ciertas condiciones, pasen bastante desapercibidos, pero en otras serán vistos mucho más que lo que alcanzan a ver. Con frecuencia, los globos cometas revelan la presencia de las naves que los conducen, antes de que puedan divisar algo.

Las cualidades tácticas de las máquinas aéreas son, por lo general, análogas a la de los barcos. Cada aparato es un compromiso, exactamente como lo es un buque, entre los diversos factores deseables, siendo regida la preponderancia de uno u otro de los factores por las exigencias del servicio en que el aparato está llamado a actuar. Puede decirse que las cualidades tácticas consisten en la velocidad, el radio de acción, las dimensiones, la facilidad de ascensión, la mayor altura a que pueden llegar, el *decollage*, el amerisar (aterrisar), la velocidad mínima de vuelo, círculo de giro, acrobacias, capacidad de carga, sistemas de amarre, condiciones marineras, condiciones apropiadas para el aire, armamento. Algunas de estas cualidades dependen, en cierta extensión de las otras. Así, las acrobacias no sólo dependen de la velocidad y de la potencia disponible, sino, además, de la correcta y proporcionada resistencia estructural y del efecto del timón. El *decollage* depende de la velocidad mínima de vuelo y de la facilidad para subir, y está regido (en el caso de los hidroplanos) por la forma del caso, de manera que la máquina no puede ascender hasta que no disponga de la suficiente velocidad para man-

tenerse en el aire, de otro modo, al saltar de cresta en cresta en las olas, se destrozaría. La potencia, el peso por caballo de fuerza y el area de sustentación (lifting area) gobiernan la capacidad de un avión dado.

La capacidad de carga de un aparato de aviación está limitada estrictamente por el proyecto. Puede ser utilizada para el equipo, combustible, tripulación, blindaje, armamento. Así, un avión de bombardeo puede aumentar grandemente su radio de acción conduciendo en reemplazo de sus bombas combustible de reserva, y una máquina grande es susceptible de llevar, a corta distancia, muchos pasajeros a expensas del combustible. Numerosos servicios extraordinarios de los aparatos aereos son, por consiguiente, de valor limitado, y ponen de manifiesto las probabilidades prácticas de que disponen estas máquinas, puesto que dichos servicios han sido realizados sacrificando elementos necesarios al trabajo útil.

Los aparatos de aviación han sido armados con anetralladoras, cañones Davis hasta de 3'', automáticos hasta 75 m/m, bombas, torpedos. Las anetralladoras son instaladas en pequeñas máquinas de combate para disparar ya sea entre las paletas de la hélice en movimiento, sincronizando el tiro con éste, ya para hacer fuego a través de la cavidad del arbol del propulsor, o sobre montajes movibles dispuestos de modo que sea posible disparar, libre de la hélice, en cualquiera dirección. Los cañones sincronizados están fijos, y son apuntados maniobrando convenientemente al avión. La protección no ha sido, por lo general, empleada en el pasado, pero su utilización aumenta en la actualidad. Los motores, tanques de gas y puestos de comando son, conrrientemente, los puntos vitales que se protejen. Se han ideado recursos especiales para llenar algunas de las funciones desempeñadas por el blindaje. Se ha desarrollado, por ejem-

plo, el gas no inflamable para los globos; los tanques de gas se construyen de tal manera que impiden el escape de éste a consecuencia de alguna vía que en aquel se produzca.

Los aparatos de vuelo están obligados a determinadas limitaciones que rigen los usos que de ellos se desea hacer. Muchas de estas limitaciones se encuentran sujetas a cambios constantes, en lo que respecta al material y al conocimiento de su desarrollo. Así, el peso que puede ser levantado por un avión de potencia y velocidad determinadas es función de la area y la eficacia de la superficie de sustentación y de la resistencia del viento. En un tipo dado de máquina, a medida que aumentan las dimensiones lineales, la proporción entre el peso útil y el peso bruto crece, rápidamente, cada vez menos, de suerte que, hasta cierto punto, el aumento de dimensiones puede sólo obtenerse aligerando la carga, incrementando la proporción entre la potencia y el peso del motor, sacrificando algunos factores tácticos o cambiando de tipo. Todas estas cuestiones han sido materia de constante estudio; los motores han reducido al mínimo sus factores de seguridad, pero es factible el desarrollo de nuevos tipos de mayor poder por unidad de peso, de una manera continua se han estudiado nuevos tipos. Están desarrollándose métodos para obtener mayor resistencia con menor peso y líneas finas. En gran parte, un mayor aumento en las dimensiones de los aparatos de aviación depende del desarrollo completo del poder motor, aproximándose a la perfección el tipo actual. La resistencia debida a las riostras, alambres, etc, conocida con el nombre de "parásita", es, en el monoplano, un mínimun.

Una de las mayores limitaciones a que se hallan sujetos los apratos aereos es la duración de los materiales

utilizados. La vida de los aparatos en cuestión está limitada por la deterioración de las alas, riostras, etc, lo cual no puede siempre ser descubierto exteriormente. Está fuera de toda duda que esa limitación será gradualmente desterrada, a medida que evolucione el material. El promedio de vida de un motor "Liberty", que en su esfera puede compararse favorablemente con otro cualquiera, es de 75 horas de marcha, entre recorridas. No son considerados seguros después de un total de 215 horas. Esa limitación está, también, sujeta a cambio, pero no tanto como en el caso de las partes de la estructura por que (a) han sido reducidos ya al factor mínimo aproximado de seguridad y (b) si el motor falla en el aire, ello no traerá consigo un desastre cierto, como ocurre, frecuentemente, con una falla en las partes importantes de la estructura, pues el aterrisaje puede realizarse con motor parado, si se dispone de lugar adecuado para la distancia efectiva de deslizamiento. Es despreciable la probabilidad de una falla en la estructura. En una estación aérea, después de un año de experiencia, sólo se registró un caso de aterrisaje obligado en cuarenta vuelos.

Los aparatos de aviación están limitados en sus operaciones por el requisito de que deben efectuar el aterrisaje en terrenos apropiados. Las necesidades son: (a) condiciones que aseguren en lo posible un aterrisaje y (b) condiciones que faciliten a los aparatos el elevarse nuevamente. Un hidroplano, para amerisar, debe disponer de la suficiente área de agua, libre de pilotes o despojos flotantes y de todo obstáculo. Para el decollage, deberá contar con las mismas circunstancias, y el área necesaria para adquirir velocidad y subir sin tropiezo. Se requiere un espacio mayor para el decollage que para el amarisaje. Las necesidades para un aparato de tie-

rra son semejantes, substituyendo el area de agua por un campo uniforme. En espacios restringidos, la dirección del viento debe ser favorable, especialmente para verificar el decollage. Las máquinas más ligeras que el aire deben aterrizar en espacios adecuados, francos de todo obstáculo, destinados al objeto; donde se disponga de equipos permanentes para la maniobra de amarre, aún cuando, bajo ciertas condiciones favorables, sea factible el amarrar un dirigible sin necesidad de equipo especial.

El radio de acción está limitado por la capacidad de carga de combustible. En este orden, existen probabilidades para el desarrollo de motores haciendo un uso más eficaz del combustible o empleando combustible más concentrado o ambos.

Otra restricción en el uso de algunos aparatos de aviación es su limitada habitabilidad, pero ésta puede obtenerse en alto grado cuando sea necesario; en el aparato de mayores dimensiones, ella corresponde a la de los submarinos.

El empleo en la guerra de las máquinas aéreas incluye (a) exploración, (b) bombardeo, (c) lanzamiento de torpedos, (d) spotting, (e) vigilancia, (f) combate, (g) escolta, (h) ataque a cañón a los servicios terrestres y navales, (i) conducción de despachos, (j) transporte.

(g) es de valor especial en las zonas peligrosas subacuáticas, en las que, en muchos casos, pueden ser fácilmente distinguidas las naves y demás máquinas submarinas por las aéreas, las que son capaces de guiar al ataque a los barcos de superficie, de señalar a los buques mercantes las rutas seguras o de ahuyentar al submarino por medio de bombas o disparos de cañón. Lo esencial para la defensa contra los submarinos es la visión, cua-

lidad que, en el más alto grado, poseen los aparatos de aviación.

En la zona de submarinos de la costa oriental de Inglaterra, pasaron, constantemente, grandes convoys. Estos eran siempre amenazados por aquellas naves. Diariamente ocurrían hundimientos. Durante cinco meses de patrulla aérea en esta zona, sólo tuvo lugar un hundimiento en presencia de los aviones, y en esta circunstancia, se hallaba el aparato en el agua, remolcado, e imposibilitado, manifiestamente, de elevarse.

Los aparatos de aviación son, especialmente, apropiados para el trabajo de exploración, a causa de su velocidad y visión. En este servicio se hallan obstaculizados por (a) su limitado radio de acción—no pueden pensar en amerisar para recibir combustible, como ha sucedido con los destroyers durante la guerra, sino en condiciones favorables o a medida que se progresa en su desarrollo—; (b) la limitada distancia que pueden recorrer, susceptible de ser aumentada indefinidamente si las circunstancias justifican la conducción del peso extra; (c) condiciones de defensa—es preciso prestar la debida atención a la clase de oposición que pueden encontrar, si ésta puede ser vencida o evitada, o si las condiciones de visibilidad son tales que permitan a las máquinas observar sin ser vistas u oídas—lo que sería su mejor defensa;—(d) seguridad en los motores. En los aparatos que operan solos en alta mar, debe sacrificarse mucho a la seguridad, de otro modo, la proporción entre los resultados y el costo sería demasiado baja para garantizar el libre uso de este valioso instrumento.

Una comunicación fechada en Hampton Roads el 27 de Abril de 1920, hablando del Destacamento Aéreo de la Flota del Atlántico, dice lo siguiente:

“Ayer llegamos de Guantánamo, via Nuevitas, Turtle Harbor (cerca de Miami) y Fernandina, Florida Southport, N. C.....fondeando al oeste de la base de operaciones, precisamente al exterior de la dársena para submarinos. El personal de la Estación aerea no puede convencerse de que nada necesitamos de ésta, pero lo cierto era que no nos hacia falta auxilio alguno. Estos aparatos entrarán a la factoría. Están en servicio desde que los tomamos en Octubre último, y han tenido cerca de 150 horas de vuelo cada uno.....De Guantánamo se ha verificado cada vuelo sin averías, exceptuando una máquina que amerisó por pocos minutos una vez para cambiar un distribuidor de la chispa”. Este destacamento consta de seis botes F-S-L, con dos motores Liberty cada uno, y ha visitado Filadelfia, Hampton Roads, Pensacola, Guantánamo, Samana Bay, Virgin Islands y otras islas de la India Occidental y puntos intermedios.”

Los dirigibles son, particularmente, adecuados para exploraciones estratégicas a larga distancia, cuando no están expuestos a encontrar verdadera resistencia aerea, considerando su gran radio y capacidad para mantenerse en el aire sin consumir combustible, en tanto que los aeroplanos deben navegar a elevada velocidad para sostenerse en el aire.....(e) Otra y más importante consideración es el asunto de la navegación, que será tratado con cierto detalle más adelante. Dentro de sus radios de acción, los métodos convencionales de reconocimientos por los barcos de superficie, están por completo tambien, al alcance de los aparatos aereos, debiéndose tener presente, sin embargo, que el rumbo y velocidad verdaderos de las naves voladoras son las resultantes de sus rumbos y velocidades propios, a través del aire, y el rumbo y velocidad del viento. Así, un

cambio de rumbo puede traer una diferencia en velocidad sobre el agua de dos veces la velocidad del viento. Si éste es de fuerza 5, significa un cambio de velocidad de 50 nudos. La "Exploración" y "Protección" dán, también, ciertos métodos de utilización de los aviones para aumentar un área reconocida o para disminuir el consumo de combustible cubriendo un sector dado.

El problema de los aparatos aéreos de bombardeo es simplemente, una aplicación de los principios de artillería. En ésta, el ángulo de lanzamiento del proyectil varía según las posiciones relativas, velocidad y rumbo del buque y blanco, en tanto que en los aparatos que arrojan bombas, el ángulo es fijo y la posición del avión varía según las condiciones de rumbo y velocidad. Los elementos que considera son (a) velocidad y rumbo de las máquinas con relación al blanco, (b) altura, (c) trayectoria de la bomba. La componente de la trayectoria de la bomba, que resulta de la velocidad del aparato, es mucho mayor, evidentemente, que el elemento correspondiente en el caso de un buque disparando. La trayectoria de la bomba depende del coeficiente de forma y de la gravedad específica del proyectil y, en cierta extensión, del efecto lateral del viento sobre éste. La velocidad y rumbo relativos, dependen de la velocidad y rumbo en el aire de las máquinas, de la dirección y velocidad del viento, del rumbo y velocidad del blanco. Si estos tres elementos, o su resultante, y la altura, pueden ser exactamente determinados, el problema de lanzar bombas se reduce, en gran parte, a uno de matemáticas. Los procedimientos para arrojar bombas en el mar, en condiciones favorables, son los que siguen: (1) ajustar el alza por la velocidad del aire para las máquinas, (2) ajustar el alza por la altura registrada por el Altimetro, (3) ajustar el alza por rumbo y velocidad del

blanco, por la observación y el cálculo (bastante aproximado desde el aire con respecto al rumbo), (4) correr a favor y en contra del viento (que puede ser completamente diferente en las capas superiores que en las bajas. Ajuste del alza por la dirección del viento, (5) volar perpendicularmente al viento, a fin de determinar la velocidad de éste. Ajuste del alza en armonía con dicha velocidad, (6) volar a un rumbo señalado y disparar en esas circunstancias. Estos procedimientos, observados rigurosamente por un personal de aviación entrenado, en buenas condiciones de tiempo, darán resultados cuya exactitud depende exáctitud de la precisión de los instrumentos y el alza empleados y de la habilidad del personal.

Los resultados de ejercicios de lanzamiento de bombas son de valor limitado, como lo indican los obtenidos. A juzgar por las cifras, deberá recordarse:

(a) Empleo de bombas de pequeño calibre. Debe esperarse, por lo menos, 10 por ciento de mayor exactitud de las de grueso calibre.

(b) Los instrumentos actuales son de limitada precisión, y la calibración no siempre se verifica como es debido.

(c) Todo disparo es hecho con alzas abiertas, muy imperfectas mecánicamente. Hoy se hallan en experimentación alzas telescópicas muy mejoradas.

(d) Los cálculos son erróneos por considerar el area del blanco como un círculo, cuando generalmente, es de forma elíptica.

Los últimos ejercicios contra los barcos ex-alemanes, son de más valor, e indican gran habilidad para dar en el blanco en condiciones favorables.

La eficacia de una bomba depende de varios facto-

res. Uno de éstos es la penetración de la bomba antes de explotar. Otro, las partes del buque en que ejerce sus efectos la explosión. A este respecto, puede confeccionarse en un buque porta-aviones un magnífico blanco, por sus dimensiones. Otro factor es la velocidad del proyectil, y aquí resulta una dificultad, pues dicho factor es debido por completo a la gravedad. Mientras que en el vacío la velocidad aumentaría con la altura, rápidamente, a que es dejada caer la bomba, llega un momento en la práctica en que la resistencia del aire equilibra la fuerza de gravedad y se vuelve constante la velocidad de descenso. Esta velocidad ha sido aumentada afinando los proyectiles. Recientes experimentos en Indian Head manifiestan mejores resultados que los previstos. Debe recordarse que las verdaderas bombas de espoletas, producirán los efectos de una carga de profundidad aunque no se anote o marque un impacto efectivo.

De manera autorizada se ha declarado que: "Es prometedor el desarrollo experimental del lanzamiento de torpedos desde los aparatos de aviación, y no hay razón para dudar que con todo éxito pueden ser atacados de este modo los buques. Los procedimientos para efectuar este ataque están en vías de desarrollo pero, desde el punto de vista de la mecánica, puede anticiparse que no habrá dificultad alguna". El método para lanzar torpedos desde los aeroplanos consiste en volar sobre el agua a pocos pies de altura, en dirección al blanco, y en dar libertad al torpedo, después de lo cual, éste se desempeñará como cualquier otro torpedo. El ataque puede disimularse por una cortina de humo producida por bombas en condiciones que lo hagan eficaz. Acercándose mucho del agua y dentro del alcance efectivo del torpedo, se expone el aparato a la posibilidad de ser alcanzado por la zona de shrapnels o espoletas de altos explosivos, dispa-

rados por toda la batería de buques de superficie, dirigiendo los cañones sobre el horizonte y siguiendo la máquina. Puede establecerse, así, un verdadero obstáculo. Más eficaz aún es el barraje que es posible oponer al aeroplano con las columnas de agua producidas por el tiro. Este método fué propuesto para uso de la flota británica. Es lo que los ingleses llaman "splash barrage". Las alas, timones, estabilizadores, etc., son de manufactura delicada y podrían ser destruidos por el barraje citado; y la substitución de las superficies metálicas, como se ha realizado en algunas naves aéreas, impedirá, probablemente, a los aeroplanos atravesar ese obstáculo. A parte de todos los requisitos para dirigir el torpedo mismo de manera que dé en el blanco, es difícil lanzar uno con éxito. Demasiada altura o velocidad, resultarán en perjuicio del torpedo. Así, cuando recientemente se dejó caer un torpedo de servicio desde un aparato Martín, a 35 pies y velocidad elevada, la cabeza se rompió y saltó al tocar el torpedo en el agua.

Comparando los torpedos con las bombas como armas de los aparatos de aviación, debe considerarse que: (1) Una gran proporción del peso del torpedo es tomado por su máquina, que nos es de efectos destructivos; la defensa estructural contra los torpedos está altamente desarrollada; (2) la zona de tiro y el barraje de agua contra los aparatos a pocos pies del agua y a un rumbo, originando una pequeña deflección, prometen mucho más impactos que cualquier elevado ángulo de defensa observado en la actualidad; (3) los directores de torpedos están más perfeccionados que las alzas de las bombas.

La utilidad de los aparatos aéreos para el "spotting" ha sido reconocida por las Marinas británica y de los Estados Unidos. De la experiencia de hoy puede decirse que:

(a) Desde sus posiciones, las máquinas de aviación pueden observar la caída de los proyectiles mucho mejor que cualquier observador de un buque.

(b) Las naves aéreas pueden, algunas veces, marcar con todo éxito, cuando los "spotters" de los buques están impedidos por (1) cortinas de humo, (2) tiempo brumoso, (3) el blanco bajo el horizonte.

(c) Los aviones han probado bastante, así, ser mejores plataformas para el "spotting" que los globos cometas.

(d) Los aviones pueden situarse más favorablemente para la observación, en tanto que los globos cometas pueden sólo variar su posición en altura. Esto es más importante en la práctica.

(e) Los aviones, cuando se elevan, no impiden que el buque maniobre. Los globos cometa sí.

(f) Las comunicaciones son de absoluta importancia.

(g) En cierta medida, es posible seleccionar la comunicación radiotelegráfica, para evitar la obstaculización del "spotting", de varios aviones. Así, se han comunicado sin tropiezo cuatro máquinas.

(h) El "spotting" es realizado mejor por aparatos que conducen dos o más personas.

(i) Es difícil, pero en manera alguna impracticable, distinguir razonablemente bien entre las salvas de varios buques y entre los blancos batidos por diversos barcos.

Desde que los globos cometa son mucho más vulnerables al ataque de la fuerza aérea enemiga que los aeroplanos, puede estimarse que éstos son los más adecuados para el "spotting". Cuando esta operación se lleva a cabo, se sitúan los aviones de acuerdo con la vi-

sibilidad de los blancos y la eficacia de las medidas tomadas contra las fuerzas aéreas enemigas. Su valor especial para el servicio, reside en el hecho de que pueden colocarse amoldándose a las circunstancias.

Para la simple vigilancia, en el servicio de exploración, la ventaja de la posición, sobre la del observador situado a bordo de un buque, está a favor del globo cometa. En condiciones favorables, esta ventaja proporciona al observador la oportunidad de ver a un submarino mejor que desde cubierta. Para los buques de superficie y los submarinos en situación desfavorable, es a menudo compensada la ventaja de la visión por la visibilidad agregada. Para la observación de canales y trabajo costero, son muy útiles. Debido a su inmovilidad, e impotencia consiguiente, son muy vulnerables al ataque de los aparatos aéreos capacitados para moverse.

Las máquinas de combate son, generalmente, pequeños aparatos de tierra de gran velocidad, mucha facilidad de ascensión y habilidad acrobática, armados de ametralladoras para ser empleadas contra otros aparatos. Las maniobras ejecutadas por dichas naves varían a capricho del piloto; pero, ordinariamente, consisten en maniobrar de modo de conseguir de poner al adversario bajo una rápida y momentánea descarga de ametralladora sin llegar a situarse en su zona de tiro. La defensa aérea contra tales unidades puede verificarse anticipándose a la maniobra, dentro de la misma línea, o, en el caso de las grandes máquinas, disparando gran número de ametralladoras, capaces de hacerlo en cualquiera dirección. Para que esta defensa sea apropiada, el problema debe contemplar la eliminación del ángulo muerto (blind spot) y, en los grandes aparatos, colocando cañones para hacer fuego en toda dirección. Las unidades más ligeras que el aire no son defendibles contra los

aviones de combate ni, generalmente, contra los de velocidad elevada, fáciles para ascender y susceptibles de alcanzar mucha altura, exceptuando el caso en que los Zeppelines dispongan, en lo alto, de plataformas para cañones, y es probable que los próximos tipos de cañones se coloquen así en los dirigibles rígidos, para que puedan disparar en cualquier sentido. Es problema de la artillería de los aviones de combate, implica velocidades tan grandes, tal variedad de ángulos de ataque y giros tan rápidos, que los largos alcances no se pretenden en, la actualidad, y, prácticamente, no existe el ajuste de alzas, estando éstas construidas con un punto fijo y otro movable, el que es controlado por el viento verdadero. Corrientemente se añaden dispositivos que ayudan al artillero a calcular y darse cuenta del rumbo y velocidad del blanco con relación a su propia máquina. La preparación para este trabajo se efectúa por medio de cañones "cámara" que fotografían el blanco y manifiestan si los tiros hieren o no a éste.

Los progresos últimos, en cañones para aeroplanos, parecen indicar que es perfectamente posible el uso de piezas de 1 libra, 3 libras y de 3 pulgadas. No se dispone de dato alguno exacto relativo al empleo de estos cañones, exceptuando el que es sabido que un elevado porcentaje de impactos puede ser obtenido sobre blancos de superficie desde 1000 a 2000 pies de altura. Dichos cañones no son Davis sino automáticos o semiautomáticos, de tipo convencional. Este armamento sugiere la posibilidad de atacar unidades ligeras, como los submarinos y destroyers. Se presume, también, la utilización de estos cañones o ametralladoras para batir el personal de las cubiertas o de los puestos de control de tiro, como un método práctico, probable y ocasional de ataque.

El asunto de la defensa antiaerea, de tierra y a flote, difiere materialmente, por muchas de las mismas razones por que difiere la artillería. Parte esencial de toda defensa es la vigilancia necesaria que precisa tener para advertir la presencia de las fuerzas aereas atacantes. Sería probablemente imposible impedir, por completo, que los aparatos de aviación enemigos observasen una base naval, excepto el caso en que se les obstaculice disponer de un punto de partida, situado dentro de sus radios de acción. Las operaciones que con ese fin se realicen, deben llevarse a cabo utilizando aparatos del mayor radio de acción, provistos de bombas, o unidades navales de superficie. El empleo de la artillería y el barraje de agua contra los aviones sería eficaz en el caso que volarán las máquinas muy cerca del agua para descargar sus torpedos. Durante el día, con la artillería actual, es menos difícil librarse de los aparatos más ligeros que el aire. El uso, contra fuerzas aereas, de la artillería de los buques es difícil y de limitada eficacia. Manejadas habilmente las ametralladoras, y con tiros de registro, resultaron eficientes estas armas a 4000 pies de altura. La defensa de posiciones fijas contra los dirigibles y aviones a pequeña elevación, de noche, es más positiva mediante el empleo de cortinas hechas con pequeños trozos de tela, suspendidos de cuerdas sostenidas por globos cautivos. Esas cuerdas han sido tendidas hasta 10.000 pies de elevación. La defensa más práctica para la flota y muchos otros fines, son nuestras propias máquinas de combate que excedan en número y velocidad a las del enemigo.

La navegación de las máquinas aereas presenta el mismo problema que la de los buques, pero con ciertos caracteres muy pronunciados. Así, las corrientes de aire son de dirección desconocida y muy rápidas, de modo que

no merece confianza la navegación por estima, en lo absoluto. A diversas alturas y en distintos lugares, las corrientes aéreas varían de velocidad y dirección. Un globo indicador lanzado para observación en Lisboa, se movió en una espiral que cubría 16 puntos del compás, antes de llegar a 5000 pies. Eso significa que con un viento de 20 nudos, dos aviones que naveguen observando los mismos rumbos del compás y velocidades aéreas, partiendo del mismo lugar pero a diferentes alturas, se hallarán al cabo de una hora a 40 millas el uno del otro. Cuando se avistan señales terrestres, o buques, puede determinarse un buen rumbo. Es posible, algunas veces, tomar nota de las bombas productoras de humo que se dejen caer al agua. La observación del sol y las estrellas se hace difícil a causa de la inexactitud de la altura por las apreciaciones a ojo. Esta dificultad ha sido subsanada, en cierta medida, con el desarrollo de un sextante de nivel, que emplea como horizonte una burbuja que existe en el mismo instrumento. El número de aparatos de navegación que puede llevarse y usarse es limitado, en razón del peso y espacio. Se dificultan, además, las observaciones, por la inconveniencia física de exponerse el observador a un viento de 60 o más nudos.

Puede, a veces, ser de gran ayuda para la navegación y, cuando las condiciones de luz son favorables, el servirse del fondo del mar o de la profundidad. Así, por ejemplo, en las aguas del sur, cuando los buques son piloteados al ojo desde arriba, los aparatos de aviación pueden identificar, frecuentemente, formaciones características. Arrecifes aislados, manchas profundas o curvas de profundidad rigurosamente definidas, permiten a menudo, su reconocimiento y suministran excelentes recaladas o marcaciones.

De las estaciones radiotelegráficas de navegación, pueden, también, obtener situaciones los aparatos de aviación. Al proceder así y, a causa de la velocidad de dichos aparatos, deberá tomarse en el mismo instante las observaciones de varias estaciones. Se han logrado resultados con 3° de aproximación, lo que es susceptible de ser mejorado.



CURSO DE TRIGONOMETRIA ESFERICA

VII

Fórmulas de Borda calculables por logaritmos

Las fórmulas que ya dedujimos en los §§ 37 y 40, a saber:

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \quad (a)$$

$$\text{y } \cos A = -\cos B \cos C + \sin B \cdot \sin C \cdot \cos a \quad (b)$$

no son apropiadas al cálculo logarítmico; para que lo sean vamos a transformarlas siguiendo, al efecto, el procedimiento debido al eminente matemático y experto marino francés *Juán Carlos Borda*, uno de los que mensuraron el arco de meridiano para el establecimiento del Sistema Métrico Decimal, y cuyo nombre lleva el buque de la armada en que se halla establecida la Escuela Naval de su país.

75.—Tomemos la primera relación:

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A.$$

y despejemos en ella $\cos A$:

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

Restando de la unidad ambos miembros, será:

$$1 - \cos A = 1 - \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

o, como $1 - \cos A = 2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A$, es

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A = 1 - \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

Ejecutando:

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A = \frac{\sin b \cdot \sin c - (\cos a - \cos b \cdot \cos c)}{\sin b \cdot \sin c}$$

o,

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A = \frac{\sin b \cdot \sin c + \cos b \cdot \cos c - \cos a}{\sin b \cdot \sin c}$$

o,

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A = \frac{\cos(b - c) - \cos a}{\sin b \cdot \sin c}$$

Transformando en producto el numerador:

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A = \frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b - c) \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + c - b)}{\sin b \cdot \sin c}$$

Hagamos $a + b + c = 2p$

y restémosle a ambos miembros:

1º, $- 2c$, y después $- 2b$:

$$a + b + c - 2c = 2p - 2c; \quad a + b + c - 2b = 2p - 2b$$

$$\text{o, } a + b - c = 2(p - c); \quad a + c - b = 2(p - b)$$

y, por consiguiente:

$$\frac{1}{2}(a+b-c) = p-c; \quad \frac{1}{2}(a+c-b) = p-b$$

luego:

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}A = \frac{2 \operatorname{sen}(p-c) \cdot \operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen} c}$$

o, reduciendo y extrayendo la raíz cuadrada:

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-b) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen} c}}$$

Del mismo modo obtendríamos:

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2}B = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} c}}$$

$$\text{y } \operatorname{sen} \frac{1}{2}C = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} b}}$$

} (A)

fórmulas bien dispuestas ya para el cálculo logarítmico. Así, aplicando los logarítmicos, a la 1^a, por ejemplo, será:

$$\log. \operatorname{sen} \frac{1}{2}A = \frac{1}{2} [\log. \operatorname{sen}(p-b) + \log. \operatorname{sen}(p-c) + \operatorname{colog.} \operatorname{sen} b + \operatorname{colog.} \operatorname{sen} c]$$

Lo que nos dice, que siendo $2p$ el perímetro, y p el semi perímetro, después de sumar los tres lados y tomar la mitad de esa suma, *hallaremos la diferencia entre el semi perímetro y cada uno de los lados que comprenden el ángulo que se busca; se sumarán en seguida los logarítmicos senos de ambos restos, con los cologarítmicos senos de los dos lados que comprenden dicho ángulo; se divide por 2 el resultado, y se busca en la tabla de senos lo que queda: el arco correspon-*

diente, multiplicado por 2, dará el ángulo que se trata de conocer.

76.—Volvamos a tomar la misma primera relación, despejando en ella $\cos A$; pero sumando ahora a sus dos miembros la unidad:

$$1 + \cos A = 1 + \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

o,

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} A = \frac{\sin b \cdot \sin c - \cos b \cdot \cos c + \cos a}{\sin b \cdot \sin c}$$

Pero,

$$\cos b \cdot \cos c - \sin b \cdot \sin c = \cos (b + c)$$

luego, $\sin b \sin c - \cos b \cdot \cos c = -\cos (b + c)$

y, por tanto,

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} A = \frac{\cos a - \cos (b + c)}{\sin b \sin c}$$

Como el numerador

$$\cos a - \cos (b + c) = 2 \sin \frac{1}{2} (a + b + c) \sin \frac{1}{2} (b + c - a)$$

será, pues,

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} A = \frac{2 \sin \frac{1}{2} (a + b + c) \sin \frac{1}{2} (b + c - a)}{\sin b \cdot \sin c}$$

Y haciendo, como en el párrafo anterior:

$$a + b + c = 2p \quad \text{y} \quad a + b + c - 2a = 2p - 2a$$

será:

$$b + c - a = 2(p - a) \quad \text{y} \quad \frac{1}{2} (b + c - a) = p - a$$

Por consiguiente, reemplazando, dividiendo por 2 y extrayendo la raíz cuadrada, tendremos:

$$\left. \begin{aligned} \cos \frac{1}{2} A &= \sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - a)}{\text{sen } b \cdot \text{sen } c}} \\ \text{e igualmente,} \\ \cos \frac{1}{2} B &= \sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - b)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } c}} \\ \text{y} \\ \cos \frac{1}{2} C &= \sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - c)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b}} \end{aligned} \right\} \text{ (B)}$$

Cuyas fórmulas, aplicándoles los logaritmos, nos dicen:

Súmese el logaritmo seno del semi-perímetro, el logaritmo seno de la diferencia entre este semi-perímetro y el lado opuesto al ángulo que se busca, con los cologarítmos senos de los dos lados que comprenden el ángulo que se trata de conocer; tómese la mitad al resultado, hállese, en la tabla de los cosenos el arco correspondiente a este logaritmo, y multiplicándolo por 2, se tendrá el ángulo buscado.

77.—Dividámos, ahora, cualquiera de las fórmulas del grupo (A) entre su respectiva correspondiente del grupo (B); las $\text{sen } \frac{1}{2} A$ y $\cos \frac{1}{2} A$, por ejemplo.

Tendremos, pues:

$$\frac{\text{sen } \frac{1}{2} A}{\cos \frac{1}{2} A} = \frac{\sqrt{\frac{\text{sen } (p - b) \text{sen } (p - c)}{\text{sen } b \cdot \text{sen } c}}}{\sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - a)}{\text{sen } b \cdot \text{sen } c}}} =$$

$$\sqrt{\frac{\text{sen } (p - b) \text{sen } (p - c)}{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - a)}}; \text{ y como } \frac{\text{sen } \frac{1}{2} A}{\cos \frac{1}{2} A} = \text{tg } \frac{1}{2} A,$$

será:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-b) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-a)}}$$

De la misma manera,

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-b)}}$$

y

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} C = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-c)}}$$

} (C)

Aplicando los logarítmicos a estas fórmulas, nos dicen:

Súmese los tres lados, y a esa suma tómesele la mitad. Réstese de esta semi-suma cada uno de los tres lados, y, en seguida súmense los logarítmicos senos de las diferencias entre el semi-perímetro y los lados que comprenden el ángulo que se busca, con los cologarítmicos senos del semi-perímetro y diferencia de éste con el lado opuesto a dicho ángulo; divídase por 2 la suma, véase el arco a que corresponde este resultado en la tabla de las tangentes, y ese arco, multiplicado por 2, será el ángulo buscado.

78.—Pasemos a la segunda relación; esto es,

$$\cos A = -\cos B \cdot \cos C + \operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C \cdot \cos a$$

Pasemos el 1er. miembro al 2º, y a aquel, el último de ésta:

$$-\operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C \cdot \cos a = -\cos A - \cos B \cdot \cos C$$

Multipliquemos por -1 :

$$\text{sen } B \cdot \text{sen } C \cdot \text{cosa} = \cos A + \cos B \cdot \cos C$$

y despejemos cosa :

$$\text{cosa} = \frac{\cos A + \cos B \cdot \cos C}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

Restando de la unidad ambos miembros, será :

$$1 - \text{cosa} = 1 - \frac{\cos A + \cos B \cdot \cos C}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

Reduciendo :

$$2 \text{sen}^2 \frac{1}{2} a = \frac{\text{sen } B \cdot \text{sen } C - \cos B \cdot \cos C - \cos A}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

y como

$$\cos B \cdot \cos C - \text{sen } B \cdot \text{sen } C = \cos(B + C)$$

cambiando de signos, será :

$$-\cos B \cdot \cos C + \text{sen } B \cdot \text{sen } C = -\cos(B + C)$$

luego,

$$2 \text{sen}^2 \frac{1}{2} a = \frac{-\cos(B + C) - \cos A}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

o, lo que es lo mismo,

$$2 \text{sen}^2 \frac{1}{2} a = \frac{-(\cos(B + C) + \cos A)}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

De modo que, transformando en producto el numerador, es :

$$2 \text{sen}^2 \frac{1}{2} a = \frac{-2 \cos \frac{1}{2}(A + B + C) \cos \frac{1}{2}(B + C - A)}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

Y haciendo :

$$A + B + C = 2S \quad \text{y} \quad A + B + C - 2A = 2S - 2A$$

$$\text{será :} \quad B + C - A = 2(S - A); \quad \frac{1}{2}(A + B + C) = S$$

$$\text{y} \quad \frac{1}{2}(B + C - A) = S - A$$

Luego, reemplazando, dividiendo por 2 y extrayendo la raíz cuadrada, tendremos :

$$\left. \begin{aligned} \text{sen } \frac{1}{2}a &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S - A)}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}} \\ \text{asi como} \\ \text{sen } \frac{1}{2}b &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S - B)}{\text{sen } A \cdot \text{sen } B}} \\ \text{y} \\ \text{sen } \frac{1}{2}c &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S - C)}{\text{sen } A \cdot \text{sen } B}} \end{aligned} \right\} \text{(D)}$$

79.—Sumemos con la unidad ambos miembros de la ecuación

$$\cos a = \frac{\cos A + \cos B \cdot \cos C}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

esto es,

$$1 + \cos a = 1 + \frac{\cos A + \cos B \cdot \cos C}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

Reduciendo y ejecutando :

$$2 \cos^2 \frac{1}{2}a = \frac{\text{sen } B \cdot \text{sen } C + \cos B \cdot \cos C + \cos A}{\text{sen } B \cdot \text{sen } C}$$

Como

$$\cos B \cdot \cos C + \text{sen } B \cdot \text{sen } C = \cos(B - C)$$

tendremos :

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} a = \frac{\cos(B - C) + \cos A}{\operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C}$$

o, convirtiendo en producto el numerador,

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} a = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(A + B - C) \cos \frac{1}{2}(A + C - B)}{\operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C}$$

Haciendo

$$A + B + C = 2S; \quad A + B + C - 2C = 2(S - C);$$

$$A + B + C - 2B = 2(S - B)$$

o, lo que es lo mismo,

$$2 \cos^2 \frac{1}{2} a = \frac{2 \cos(S - C) \cos(S - B)}{\operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C}$$

o, como antes hicimos :

$$\cos \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\cos(S - B) \cos(S - C)}{\operatorname{sen} B \cdot \operatorname{sen} C}}$$

y de idéntica manera,

$$\cos \frac{1}{2} b = \sqrt{\frac{\cos(S - A) \cos(S - C)}{\operatorname{sen} A \cdot \operatorname{sen} C}}$$

$$\cos \frac{1}{2} c = \sqrt{\frac{\cos(S - A) \cos(S - B)}{\operatorname{sen} A \cdot \operatorname{sen} B}}$$

} (E)

79ª.—Dividiendo, respectivamente, cada uno de las fórmulas del grupo (D), entre su correlativa del grupo (E); y teniendo en cuenta que $\frac{\operatorname{sen}}{\operatorname{cos}} = \operatorname{tangente}$, podremos establecer las tres siguientes fórmulas del grupo que llamaremos (F) :

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} a &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S-A)}{\cos(S-B) \cos(S-C)}} \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} b &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S-B)}{\cos(S-A) \cos(S-C)}} \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} c &= \sqrt{\frac{-\cos S \cdot \cos(S-B)}{\cos(S-A) \cos(S-B)}} \end{aligned} \right\} (F)$$

Nota.—El signo — que está bajo el radical, no es sino aparente, pues la tangente de la mitad de cualquiera de los lados será *real* siempre de verificarse que

$$A + B + C > 180^\circ$$

toda vez que, teniendo esto lugar en todo triángulo esférico, y por consiguiente,

$$\frac{1}{2}(A + B + C) > 90^\circ$$

síguese de aquí que :

$$-\cos \frac{1}{2}(A + B + C), \quad \text{ó,} \quad -\cos S \text{ es positivo.}$$

Analogías de Neper y Fórmulas de Delambre

En casi todas las obras sobre Trigonometría Esférica, para *deducir* las relaciones conocidas con el nombre de *Analogías de Neper*,—que ligan las tangentes a los senos y cosenos de los elementos de un triángulo esférico—, se utilizan de preferencia las fórmulas de Delambre: esta circunstancia dá lugar, con razón aparente, a que las expresadas Analogías sean tenidas por muchos, o, como una *consecuencia inme-*

diata de las de Delambre*; o, como subordinadas directamente a éstas, para su obtención; y, aunque existen algunos métodos analíticos y hasta demostraciones geométricas, que, como es lógico, permiten deducirlas *independientemente* de las de Delambre, en el presente Tratado vamos nosotros a exponerlas siguiendo el método analítico que por vez primera al efecto empleamos, en el decurso de las lecciones correspondientes a la Cátedra que dictamos en la Facultad de Ciencias, en junio de 1916.

80.—*Primera Analogía de Neper*.—Siendo $\frac{\text{sen } A}{\text{sen } a} = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } b}$ (§ 40), si hacemos esta relación igual a a , será, tanto $\frac{\text{sen } A}{\text{sen } a} = a$, como $\frac{\text{sen } B}{\text{sen } b} = a$;

de las que, respectivamente, tenemos :

$$\text{sen } A = a \text{ sen } a \quad (1)$$

y

$$\text{sen } B = a \text{ sen } b \quad (2)$$

Sumándolas ordenadamente, resulta :

$$\text{sen } A + \text{sen } B = a(\text{sen } a + \text{sen } b) \quad (3)$$

Sabemos, además, que :

$$\cos A = -\cos B \cdot \cos C + \text{sen } B \cdot \text{sen } C \cdot \cos a$$

(*) Siendo así que entre el florecimiento de ambas celebridades median casi dos siglos, pues *Neper*, descubridor de los logaritmos, nació en Escocia en 1550, y el astrónomo francés *Delambre*, en Amiens, en 1749.

y

$$\cos B = -\cos A \cdot \cos C + \sin A \cdot \sin C \cdot \cos b$$

o

$$\cos A + \cos B \cdot \cos C = \sin B \cdot \sin C \cdot \cos a \quad (4)$$

$$\cos B + \cos A \cdot \cos C = \sin A \cdot \sin C \cdot \cos b \quad (5)$$

Reemplazemos los valores de (2) y de (1), en (4) y (5):

$$\cos A + \cos B \cdot \cos C = a \sin C \cdot \cos a \cdot \sin b \quad (6)$$

y

$$\cos B + \cos A \cdot \cos C = a \sin C \cdot \sin a \cdot \cos b \quad (7)$$

Sumando miembro a miembro (6) y (7):

$$\begin{aligned} (\cos A + \cos B) + \cos C (\cos B + \cos A) = \\ a \sin C (\sin a \cdot \cos b + \cos a \sin b) \end{aligned}$$

o

$$(\cos A + \cos B)(1 + \cos C) = a \sin C \sin(a + b) \quad (8)$$

Dividiendo (3) y (8):

$$\frac{\sin A + \sin B}{(\cos A + \cos B)(1 + \cos C)} = \frac{a (\sin a + \sin b)}{a \sin C \sin(a + b)} =$$

$$\frac{\sin a + \sin b}{\sin C \cdot \sin(a + b)}$$

Pero,

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \frac{1}{2}(A + B) \cos \frac{1}{2}(A - B)$$

y

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \frac{1}{2}(A + B) \cos \frac{1}{2}(A - B)$$

luego:

$$\frac{2 (\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B) \cos \frac{1}{2} (A - B))}{2 \cos \frac{1}{2} (A + B) \cos \frac{1}{2} (A - B) (1 + \cos C)} =$$

$$\frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{sen} C \cdot \operatorname{sen} (a + b)}$$

Reduciendo, y considerando como *arcos dobles* los arcos C y a + b, sus senos podrán sustituirse, respectivamente, como sigue :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B)}{1 + \cos C} =$$

$$\frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} (a - b)}{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} C \cos \frac{1}{2} C \cdot 2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} (a + b)}$$

y siendo

$$1 + \cos C = 2 \cos^2 \frac{1}{2} C$$

será, pasándolo al 2º miembro :

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B) =$$

$$\frac{2 \cos^2 \frac{1}{2} C \cdot 2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} (a - b)}{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} C \cos \frac{1}{2} C \cdot 2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} (a + b)}$$

Reduciendo :

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B) = \cot \frac{1}{2} C \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} (a + b)}$$

de donde, pasando $\cot \frac{1}{2} C$ al 1er. miembro resultará :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B)}{\cot \frac{1}{2} C} = \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} (a + b)} \quad (A)$$

que es la *primera* de las analogías que nos ocupan.

81.—*Segunda Analogía de Neper.*—Restémos de la (7) la (6), y será:

$$(\cos B - \cos A) + \cos A \cdot \cos C - \cos B \cdot \cos C = \\ a \operatorname{sen} C (\operatorname{sen} a \cdot \cos b - \cos a \operatorname{sen} b)$$

o,

$$(\cos B - \cos A) + \cos C (\cos A - \cos B) = \\ a \operatorname{sen} C \cdot \operatorname{sen} (a - b)$$

o, $(\cos B - \cos A) (1 - \cos C) = a \operatorname{sen} C \cdot \operatorname{sen} (a - b)$ (9)

Dividiendo la (3) entre la (9), tendremos :

$$\frac{\operatorname{sen} A + \operatorname{sen} B}{(\cos B - \cos A) (1 - \cos C)} = \frac{\operatorname{sen} a + \operatorname{sen} b}{\operatorname{sen} C \cdot \operatorname{sen} (a - b)}$$

o,

$$\frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}(A + B) \cos \frac{1}{2}(A - B)}{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}(A + B) \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(A - B) \cdot 2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}C} = \\ \frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b) \cdot \cos \frac{1}{2}(a - b)}{\operatorname{sen} C \cdot 2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a - b) \cdot \cos \frac{1}{2}(a - b)}$$

Reduciendo, pasando $2 \operatorname{sen} \frac{1}{2}C$ al 2º miembro y considerando a C como un arco doble :

$$\cot \frac{1}{2}(A - B) = \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2}C \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b)}{\cos \frac{1}{2}C \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a - b)}$$

o,

$$\frac{1}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A - B)} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2}C \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2}(a - b)} =$$

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b)}{\cot \frac{1}{2}C \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a - b)}$$

o,

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A - B) \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a + b) = \cot \frac{1}{2}C \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2}(a - b)$$

y, finalmente :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A - B)}{\cot \frac{1}{2} C} = \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b)} \quad (B)$$

que es la *segunda* analogía buscada.

82.—*Tercera Analogía de Neper.*—Por las fórmulas de Borda, calculables por logaritmos, tenemos que

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - b) \operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen} (p - a)}} \quad \text{y que}$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen} (p - b)}}$$

Multiplicando ordenadamente estas dos ecuaciones, será :

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b) \operatorname{sen}^2 (p - c)}{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b) \operatorname{sen}^2 p}} =$$

$$\sqrt{\frac{\operatorname{sen}^2 (p - c)}{\operatorname{sen}^2 p}} = \frac{\operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} p}$$

$$\text{o,} \quad \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B}{\cos \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B} = \frac{\operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} p}$$

o, invirtiendo :

$$\frac{\cos \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B} = \frac{\operatorname{sen} p}{\operatorname{sen} (p - c)}$$

Componiendo y dividiendo simultáneamente :

$$\frac{\cos \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B + \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B}{\cos \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B - \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B} =$$

$$\frac{\operatorname{sen} p + \operatorname{sen} (p - c)}{|\operatorname{sen} p - \operatorname{sen} (p - c)|}$$

Pero, como

$$\cos \frac{1}{2} A \cos \frac{1}{2} B + \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \operatorname{sen} \frac{1}{2} B = \cos \frac{1}{2} (A - B)$$

y

$$\cos \frac{1}{2} A \cos \frac{1}{2} B - \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \operatorname{sen} \frac{1}{2} B = \cos \frac{1}{2} (A + B)$$

luego:

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} (A + B)} = \frac{\operatorname{sen} p + \operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} p - \operatorname{sen} (p - c)}$$

Y como en Trigonometría Rectilínea se demuestra que la suma de los senos de dos arcos, es a su diferencia, como la tangente de la semi-suma de los mismos es a la tangente de su semidiferencia, siendo:

$$\frac{1}{2} (p + p - c) \text{ o } \frac{2p - c}{2} \text{ o } p - \frac{1}{2} c \text{ la semi-suma,}$$

y

$$\frac{1}{2} (p - p + c) \text{ o } \frac{c}{2}, \text{ la semi-diferencia; será}$$

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} (A + B)} = \frac{\operatorname{tg} (p - \frac{1}{2} c)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} c}$$

Mas, como p es el semiperímetro, o sea $\frac{1}{2}(a + b + c) = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c$, tendremos: $p - \frac{1}{2} c = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c - \frac{1}{2} c = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b = \frac{1}{2} (a + b)$, y, por consiguiente,

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a + b)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} c} = \frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} (A + B)} \quad (C)$$

que es la *tercera* analogía buscada.

83.—*Cuarta Analogía de Neper.*—Tenemos:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-b) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-a)}}} \quad \text{y}$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} B = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-b)}}}$$

Dividiéndolas:

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} A}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} B} = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-b) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-a)}}} \div$$

$$\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(p-a) \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-b)}}} =$$

$$\sqrt{\frac{\operatorname{sen}^2(p-b) \operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-c)}{\operatorname{sen}^2(p-a) \operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen}(p-c)}}$$

o,

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} A}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} B} = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}^2(p-b)}{\operatorname{sen}^2(p-a)}} = \frac{\operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen}(p-a)}$$

o,

$$\frac{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A}{\cos \frac{1}{2} A}}{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} B}{\cos \frac{1}{2} B}} = \frac{\operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen}(p-a)}$$

o,

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B}{\cos \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B} = \frac{\operatorname{sen}(p-b)}{\operatorname{sen}(p-a)}$$

Componiendo y dividiendo, al propio tiempo, será:

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B + \cos \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B - \cos \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B} =$$

$$\frac{\operatorname{sen}(p-b) + \operatorname{sen}(p-a)}{\operatorname{sen}(p-b) - \operatorname{sen}(p-a)}$$

o,



$$\frac{\text{sen } \frac{1}{2} (A + B)}{\text{sen } \frac{1}{2} (A - B)} = \frac{\text{tg } \frac{1}{2} (p - b + p - a)}{\text{tg } \frac{1}{2} (p - b - p + a)} =$$

$$\frac{\text{tg } \frac{1}{2} (2p - a - b)}{\text{tg } \frac{1}{2} (a - b)} = \frac{\text{tg } \frac{1}{2} (a + b + c - a - b)}{\text{tg } \frac{1}{2} (a - b)}$$

o,

$$\frac{\text{sen } \frac{1}{2} (A + B)}{\text{sen } \frac{1}{2} (A - B)} = \frac{\text{tg } \frac{1}{2} c}{\text{tg } \frac{1}{2} (a - b)}$$

e, invirtiendo, será por último:

$$\frac{\text{sen } \frac{1}{2} (A - B)}{\text{sen } \frac{1}{2} (A + B)} = \frac{\text{tg } \frac{1}{2} (a - b)}{\text{tg } \frac{1}{2} c}$$

que es la *cuarta* de las analogías que nos ocupan.

Tanto esta analogía (D), como la anterior (C), pueden fácilmente ser obtenidas también por medio del *triángulo polar*; y ya veremos, igualmente, cómo nos es así mismo dable deducirlas, sirviéndonos sólo de las cuatro fórmulas de Delambre.

84.—*Regla nemónica.*—Para recordar sin mayor esfuerzo las *Analogías de Neper*, conviene observar:

1º, que el numerador de cada fracción del segundo miembro expresa la *semi-diferencia* de lados o de ángulos y el denominador la *semi-suma* de los mismos;

2º, que en el segundo miembro se tiene la razón de *dos senos*, cuando el numerador del quebrado del primer miembro expresa la *tangente de la semi-diferencia*, ya sea de ángulos o de lados, puesto que si, como en la 2ª, $A = B$, o si como en la 4ª, $a = b$, el primer miembro se anula, y, por tanto, el 2º miembro debe también anularse y ser así un *seno*;

3^o, que en el 2^o miembro se tiene la relación de *dos cosenos*, cuando el numerador del quebrado del primer miembro expresa la *tangente de la semi-suma* de los ángulos o de los lados.

85.—*Aplicaciones.*—Las analogías de que tratamos son de mucho uso en la resolución de los triángulos esféricos oblicuángulos, empleándose con suma ventaja: la 1^a y 2^a, cuando se conocen un ángulo y los lados que lo comprenden; y las otras dos, 3^a y 4^a, cuando se conocen un lado y los ángulos adyacentes.

86.—87.—*Nota importante.*—En la 1^a y 3^a de estas analogías observaremos, además, que como $\cot \frac{1}{2} C$, $\operatorname{tg} \frac{1}{2} c$, $\cos \frac{1}{2} (a - b)$ y $\cos \frac{1}{2} (A - B)$ son todas cantidades *positivas*, por ser todos los ángulos y lados menores que 180° , $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B)$ tendrá el mismo signo que $\cos \frac{1}{2} (a + b)$; y $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a + b)$ tendrá el mismo signo que $\cos \frac{1}{2} (A + B)$; lo que nos dice: que si $a + b < 180^\circ$, también será $A + B < 180^\circ$, y que si $a + b > 180^\circ$, será $A + B > 180^\circ$.

La 2^a y 4^a nos dicen: que puesto que $\cot \frac{1}{2} C$, $\operatorname{tg} \frac{1}{2} c$, $\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b)$ y $\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B)$ son siempre *positivos*, por la misma razón que dimos anteriormente, $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B)$ tendrá el mismo signo que $\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a - b)$, y $\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a - b)$ el mismo que $\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A - B)$; por tanto, si $a > b$, será $A > B$, y si $a < b$, será $A < B$, o sea que, *a mayor lado se opondrá siempre mayor ángulo*.

88.—*Fórmulas de Delambre.*—Estas fórmulas, denominadas también por algunos, *Analogías de Gauss*, célebre astrónomo y matemático alemán, que murió 1855, fueron publicadas por el notable astrónomo

francés que les dió su nombre, en el "Conocimiento de los Tiempos" de 1809, o sea, 46 años antes del fallecimiento de Gauss, cuando éste sólo contaba 32 años y aquél frisaba a la sazón, en los 62.

Dichas fórmulas son cuatro; y aunque ellas pueden deducirse *geométricamente*, sin más que fundarse en el siguiente principio, que dice: *si del polo del círculo inscrito en un triángulo esférico, se baja una perpendicular a uno de los lados, el ángulo que ella forma con la bisectriz de uno de los ángulos adyacentes a dicho lado es suplemento del ángulo que forman entre sí las bisectrices de los otros dos ángulos*, considerando el procedimiento muy elemental, preferimos según el *método analítico* para su demostración.

89.—*Primera fórmula de Delambre.*—Por Trigonometría plana sabemos que

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A + B) = \text{sen } \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B + \cos \frac{1}{2} A \cdot \text{sen } \frac{1}{2} B.$$

Sustituyendo en lugar de $\text{sen } \frac{1}{2} A$, $\cos \frac{1}{2} A$, $\text{sen } \frac{1}{2} B$ y $\cos \frac{1}{2} B$ sus valores, que por los grupos (A) y (B) de los §§ 75 y 76 ya conocemos, se tendrá:

$$\begin{aligned} \text{sen } \frac{1}{2} (A + B) &= \sqrt{\frac{\text{sen } (p - b) \text{ sen } (p - c)}{\text{sen } b \cdot \text{sen } c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen } (p - b)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } c}} + \sqrt{\frac{\text{sen } p \text{ sen } (p - a)}{\text{sen } b \cdot \text{sen } c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\text{sen } (p - a) \text{ sen } (p - c)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } c}} \end{aligned}$$

o,

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A + B) = \sqrt{\frac{\text{sen}^2(p - b) \text{sen}(p - c) \text{sen } p}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b \text{sen}^2 c}} +$$

$$\sqrt{\frac{\text{sen}^2(p - a) \text{sen}(p - c) \text{sen } p}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b \text{sen}^2 c}}$$

o,

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A + B) = \frac{\text{sen}(p - b)}{\text{sen } c} \sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen}(p - c)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b}} +$$

$$\frac{\text{sen}(p - a)}{\text{sen } c} \sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen}(p - c)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b}}$$

Pero como, § 76, grupo (B),

$$\sqrt{\frac{\text{sen } p \cdot \text{sen}(p - c)}{\text{sen } a \cdot \text{sen } b}} = \cos \frac{1}{2} C$$

será:

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A + B) =$$

$$\frac{\text{sen}(p - b)}{\text{sen } c} \cos \frac{1}{2} C + \frac{\text{sen}(p - a)}{\text{sen } c} \cos \frac{1}{2} C$$

o,

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A + B) = \frac{\text{sen}(p - b) + \text{sen}(p - a)}{\text{sen } c} \cos \frac{1}{2} C$$

Siendo

$$\text{sen}(p - b) + \text{sen}(p - a) =$$

$$2 \text{sen } \frac{1}{2} (p - b + p - a) \cos \frac{1}{2} (p - b - p + a)$$

o

$$\text{sen}(p - b) + \text{sen}(p - a) =$$

$$2 \text{sen } \frac{1}{2} (2p - a - b) \cos \frac{1}{2} (a - b) =$$

$$= 2 \text{sen } \frac{1}{2} (a + b + c - a - b) \cos \frac{1}{2} (a - b) =$$

$$2 \text{sen } \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} (a - b);$$

si consideramos a la c del denominador de la fórmula, como *arco doble*, siendo entónces igual *al doble seno de la mitad del arco por el coseno de la mitad del mismo*, dicha fórmula se convierte en

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B) \frac{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} (a - b)}{2 \operatorname{sen} \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} c} \cos \frac{1}{2} C$$

que, reduciendo, y pasando $\cos \frac{1}{2} C$ al primer miembro, nos da, finalmente, la fórmula que buscábamos:

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B)}{\cos \frac{1}{2} C} = \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} c} \quad (1^a)$$

90.—*Segunda fórmula de Delambre.*—Sábase que $\cos \frac{1}{2} (A + B) = \cos \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B - \operatorname{sen} \frac{1}{2} A \cdot \operatorname{sen} \frac{1}{2} B$ y, procediendo como antes:

$$\begin{aligned} \cos \frac{1}{2} (A + B) &= \sqrt{\frac{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen} (p - a)}{\operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen} c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\operatorname{sen} p \cdot \operatorname{sen} (p - b)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} c}} - \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - b) \operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen} c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} c}} = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}^2 p \operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen}^2 c}} - \\ &\sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b) \operatorname{sen}^2 (p - c)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} b \cdot \operatorname{sen}^2 c}} \end{aligned}$$

o,

$$\begin{aligned} \cos \frac{1}{2} (A + B) &= \frac{\operatorname{sen} p}{\operatorname{sen} c} \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} b}} - \\ &\frac{\operatorname{sen} (p - c)}{\operatorname{sen} c} \sqrt{\frac{\operatorname{sen} (p - a) \operatorname{sen} (p - b)}{\operatorname{sen} a \cdot \operatorname{sen} b}} \end{aligned}$$

o, § 75, grupo (A):

$$\cos \frac{1}{2} (A + B) = \frac{\sin p - \sin (p - c)}{\sin c} \sin \frac{1}{2} C$$

Pero, como

$$\begin{aligned} \sin p - \sin (p - c) &= 2 \cos \frac{1}{2} (p + p - c) \sin \frac{1}{2} (p - p + c) = \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} (2p - c) \sin \frac{1}{2} c = 2 \cos \frac{1}{2} (a + b + c - c) \sin \frac{1}{2} c = \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} (a + b) \sin \frac{1}{2} c \end{aligned}$$

y $\sin c = 2 \sin \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} c$, según dijimos; tendremos, pues

$$\cos \frac{1}{2} (A + B) = \frac{2 \sin \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} (a + b)}{2 \sin \frac{1}{2} c \cdot \cos \frac{1}{2} c} \sin \frac{1}{2} C$$

Reduciendo, y pasando $\sin \frac{1}{2} C$ al primer miembro, obtendremos la 2ª fórmula, esto es:

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A + B)}{\sin \frac{1}{2} C} = \frac{\cos \frac{1}{2} (a + b)}{\cos \frac{1}{2} c} \quad (2^a)$$

91.—*Tercera fórmula de Delambre.*—Teniendo:

$$\sin \frac{1}{2} (A - B) = \sin \frac{1}{2} A \cdot \cos \frac{1}{2} B - \cos \frac{1}{2} A \cdot \sin \frac{1}{2} B$$

reemplazando valores,

$$\begin{aligned} \sin \frac{1}{2} (A - B) &= \sqrt{\frac{\sin (p - b) \sin (p - c)}{\sin b \cdot \sin c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\sin p \cdot \sin (p - b)}{\sin a \cdot \sin c}} - \sqrt{\frac{\sin p \cdot \sin (p - a)}{\sin b \cdot \sin c}} \times \\ &\sqrt{\frac{\sin (p - a) \sin (p - c)}{\sin a \cdot \sin c}} \end{aligned}$$

Ejecutando, sacando fuera de radicales $\frac{\text{sen}(p-b)}{\text{sen } c}$, $\frac{\text{sen}(p-a)}{\text{sen } c}$; poniendo el igual de $\cos \frac{1}{2} C$ y sacándolo factor común, será:

$$\text{sen } \frac{1}{2} (A - B) = \frac{\text{sen}(p-a) - \text{sen}(p-b)}{\text{sen } c} \cos \frac{1}{2} C$$

Ahora,

$$\begin{aligned} \text{sen}(p-a) - \text{sen}(p-b) &= \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} (p-b+p-a) \text{sen } \frac{1}{2} (p-b-p+a) = \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} (2p-b-a) \text{sen } \frac{1}{2} (a-b) = \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} (a+b+c-b-a) \text{sen } \frac{1}{2} (a-b) = \\ &= 2 \cos \frac{1}{2} c. \text{sen } \frac{1}{2} (a-b) \end{aligned}$$

y como $\text{sen } c = 2 \text{sen } \frac{1}{2} c. \cos \frac{1}{2} c$, sustituyendo, pues, reduciendo, y pasando $\cos \frac{1}{2} C$ al 1er. miembro, tendremos:

$$\frac{\text{sen } \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} C} = \frac{\text{sen } \frac{1}{2} (a - b)}{\text{sen } \frac{1}{2} c} \quad (3^a)$$

92.—*Cuarta fórmula de Delambre.*—Sabiendo que $\cos \frac{1}{2} (A - B) = \cos \frac{1}{2} A. \cos \frac{1}{2} B + \text{sen } \frac{1}{2} A. \text{sen } \frac{1}{2} B$ y procediendo en forma completamente análoga a las anteriores, tendremos:

$$\cos \frac{1}{2} (A - B) = \frac{\text{sen } p. + \text{sen}(p-c)}{\text{sen } c} \text{sen } \frac{1}{2} C$$

Convirtiendo en producto el numerador,

$$\begin{aligned} \text{sen } p + \text{sen } (p - c) &= 2 \text{ sen } \frac{1}{2}(p + p - c) \cos \frac{1}{2}(p - p + c) = \\ 2 \text{ sen } \frac{1}{2}(2p - c) \cos \frac{1}{2}c &= 2 \text{ sen } \frac{1}{2}(a + b + c - c) \cos \frac{1}{2}c = \\ &= 2 \text{ sen } \frac{1}{2}(a + b) \cos \frac{1}{2}c; \end{aligned}$$

y como $\text{sen } c = 2 \text{ sen } \frac{1}{2}c \cdot \cos \frac{1}{2}c$, reemplazando, reduciendo y pasando $\text{sen } \frac{1}{2}C$ al primer miembro, será por fin:

$$\frac{\cos \frac{1}{2}(A - B)}{\text{sen } \frac{1}{2}C} = \frac{\text{sen } \frac{1}{2}(a + b)}{\text{sen } \frac{1}{2}c} \quad (4^a)$$

Nota.—Para recordar con facilidad estas cuatro fórmulas de Delambre, basta observar: que en las fracciones que contienen *lados*, las líneas trigonometricas son de la *misma especie*; en tanto que las que contienen **ángulos**, dichas líneas son de **diferente especie**. Cuando se comparan los senos de los lados, el numerador del segundo miembro contiene el arco $\frac{1}{2}(A - B)$; siendo el numerador un seno, cuando se compara $\frac{1}{2}(a - b)$ con $\frac{1}{2}c$.

93.—Conocidas ya, como quedan, las cuatro fórmulas de *Delambre*, vamos a ahora a obtener, por medio de ellas, las *Analogías de Neper*, que fueron objeto de previa analítica deducción.

Nos bastará, para ello, dividir sucesiva y respectivamente las cuatro fórmulas de Delambre, en este orden: la 1ª entre la 2ª, la 3ª entre la 4ª, la 4ª entre la 2ª y la 3ª entre la 1ª

En efecto; verificando la primera indicada división, será:

$$\frac{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B)}{\cos \frac{1}{2} C}}{\frac{\cos \frac{1}{2} (A + B)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} C}} = \frac{\frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} c}}{\frac{\cos \frac{1}{2} (a + b)}{\cos \frac{1}{2} c}}$$

y, efectuando la división :

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A + B) \operatorname{sen} \frac{1}{2} C}{\cos \frac{1}{2} (A + B) \cos \frac{1}{2} C} = \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b) \cos \frac{1}{2} c}{\cos \frac{1}{2} (a + b) \cos \frac{1}{2} c}$$

o,

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B) \operatorname{tg} \frac{1}{2} C = \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} (a + b)}$$

Pero, como $\operatorname{tg} \frac{1}{2} C = \frac{1}{\cot \frac{1}{2} C}$, será, finalmente :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A + B)}{\cot \frac{1}{2} C} = \frac{\cos \frac{1}{2} (a - b)}{\cos \frac{1}{2} (a + b)}$$

que es la 1ª analogía de Neper, § 80.

Dividiendo, así mismo, la 3ª entre la 4ª, tendremos :

$$\frac{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} C}}{\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} C}} = \frac{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} c}}{\frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} c}}$$

Efectuando la división, reduciendo y transformando $\operatorname{tg} \frac{1}{2} C$, será :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (A - B)}{\cot \frac{1}{2} C} = \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (a + b)}$$

que es la 2ª, § 81.

Del mismo modo: dividamos la 4ª entre la 2ª de Delambre.

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\sin \frac{1}{2} C} \div \frac{\cos \frac{1}{2} (A + B)}{\sin \frac{1}{2} C} = \frac{\sin \frac{1}{2} (a + b)}{\sin \frac{1}{2} c} \div \frac{\cos \frac{1}{2} (a + b)}{\cos \frac{1}{2} c}$$

Ejecutando:

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} (A + B)} = \operatorname{tg} \frac{1}{2} (a + b) \cot \frac{1}{2} c$$

o,

$$\frac{\cos \frac{1}{2} (A - B)}{\cos \frac{1}{2} (A + B)} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a + b)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} c}$$

tendremos la 3ª, § 82.

Análogamente, dividiendo la 3ª entre la 1ª, efectuando esa división, reduciendo y transformando, obtendremos la 4ª, § 83, esto es:

$$\frac{\sin \frac{1}{2} (A - B)}{\sin \frac{1}{2} (A + B)} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} c}$$



Aplicación de la Radiogoniometría a la Navegación

Traducido de la Revista Marítima Brasileira, por el Tte. 1º
José R. Alzamora

Consideraciones Generales

Uno de los principales problemas de la Navegación consiste en determinar el punto de la nave con la máxima precisión; es natural pues, que se procure interesar y aprovechar las mas modernas invenciones en beneficio de cuestión de tal magnitud.

El creciente aumento de la velocidad y del tonelaje, haciendo que el punto deba ser calculado con mucha rapidez, y, al mismo tiempo, que mayor sea la necesidad de tomar precauciones con los modernos navíos, han hecho que los que se dedican a la navegación se esfuercen por facilitar al navegante una rápida situación.

Las tablas y procesos nuevos aumentan cada día, procurando cada cual disminuír un minuto, aunque sea, el tiempo empleado para obtener el punto. Sucede

ahora que se ha presentado un proceso nuevo por el cual, además de superar a cualquier otro en rapidez y exactitud, se tiene la ventaja de emplearlo en ciertos casos en los cuales el navegante no tenía más recurso que obrar con calma y prudencia.

El desarrollo admirable que ha tenido la radiotelegrafía, la que es para la humanidad de un valor inestimable, ha podido dar este paso gigantesco, permitiendo la determinación del punto de un navío en cualquier condición de tiempo. La *radiogoniometría* resuelve el problema de la dirección de las ondas hertzianas, y su utilización en la ciencia de navegar, permite que estemos aptos para conocer la posición del navío en cualquier circunstancia.

El problema en su acepción mas general, consiste en obtener dos marcaciones por medio de *radiogoniómetros* y después cruzarlas en la carta. Para su aplicación es claro que existe la necesidad de que haya a bordo o en tierra aparatos apropiados; pero, al poseerlos, basta que una estación con aparato radiotelegráfico común, dirija a otra señales, para que la segunda, al recibirlos obtenga la marcación verdadera entre las dos.

Las condiciones de tiempo y distancia no impiden la resolución del problema y el único factor indispensable es la existencia del radiogoniómetro en una cualquiera de las dos estaciones.

Los faros que emiten señales radiotelegráficas periódicamente, o *radiofaros*, son de una utilidad enorme en una recalada; supongamos la situación de un navío en demanda de un puerto despues de días de mal tiempo y comienza a oír las características de un radiofaro conocido, pudiendo determinar con su radiogoniómetro una marcación; queda así orientado sobre su po-

sición y si navega y vuelve a marcar el mismo radiofaro con su radiogoniómetro conocerá con precisión relativa el lugar donde se encuentra.

Casi todos los problemas de marcaciones, de navegación estimada, son resueltos con ella, con la diferencia de que no se ve ni es necesario ver lo que se marca.

Las ventajas presentadas por la radiogoniometría son grandes; entre ellas citaremos:

1^a—Proporciona a un navío su posición, aún cuando se encuentre a distancia grande de tierra (1.200 millas), completamente en presencia de un cielo brumoso, de día o de noche, o en niebla cerrada.

2^a—Facilita las recaladas.

3^a—Permite la navegación en tiempo cerrado con seguridad.

4^a—Evita los abordajes proporcionando un navío a otro su marcación recíproca.

5^a—Facilita las derrotas mas económicas, puesto que disminuye las dudas y demoras ocasionadas por la recalada o navegación con cerrazón.

6^a—Facilita el encuentro de dos navíos que se buscan.

7^a—Permite a un navío en peligro proporcionar a los otros el rumbo a que se halla de ellos.

Y si consideramos en círculos mas restringidos:

8^a—Permite al pescador que encuentra un banco o paraje de abundante pesca, avisar a los demás.

9^a—Facilita en la guerra la determinación del rumbo de un submarino o de un avión que se busca.

Todas las ventajas mencionadas no pueden ser ob-

tenidas solamente con estaciones de tierra, haciéndose necesario tenerlas a bordo.

La importancia de la *radiomarciones* es, como vemos, muy grande, y quien oye hablar del radio-compás o del radio-faro no es capaz de valorar a primera vista su importancia; El Comandante Wills de la Marina Norteamericana en uno de los números del "United States Naval Institute Proceedings" de 1920 se expresa así sobre el asunto:

"Ella (la radiogoniometría) nos interesa en tiempo de paz y en tiempo de guerra. En tiempo de paz principalmente porque es un nuevo y poderoso factor en la navegación. La navegación interesa al comercio y el comercio interesa a toda la civilización. Pensad en el dinero que estará a salvo en el futuro por los navíos capaces de navegar con seguridad en tiempo de cerrazón".

Un hecho interesante en abono de las ventajas mencionadas es el acontecido en la reciente gran guerra: los aliados tenían un servicio para localizar los submarinos, con el cual no sólo procuraban destruirlos sino evitarlos en las derrotas destinadas a los convoys; este hecho de ser conocidas las posiciones de los submarinos, era constatado con admiración, pero el modo como lo sabía el Almirantazgo Inglés era ignorado, pues bien, ya se sospechaba en ello el auxilio de radiogoniometría. Fue descubierto que en determinadas horas, los submarinos alemanes se comunicaban; en esas ocasiones las estaciones radiogoniométricas de la costa marcaban las señales que oían y así se conocía el lugar a donde se encontraba el enemigo.

Las ventajas citadas no son solamente del terreno de las previsiones, puesto que la historia registra ya he-

chos que las prueban; tenemos por ejemplo lo acontecido con el "CANTAL" de la Compañía General Transatlántica que navegando en demanda de Cherburgo con niebla cerrada hizo una espléndida recalada.

Pudiendo ser las estaciones como hemos visto a bordo o en tierra, surge inmediatamente la pregunta para saber a donde deben instalarse de preferencia; varían las opiniones y el asunto es digno de algunas consideraciones, notablemente bajo el punto de vista de su aplicación a la navegación.

Los que opinan en favor de las estaciones de tierra exponen los siguientes argumentos:

1º—Facilidad y rapidez en la determinación de la posición del navío, por ser menor el número de las emisiones a hacer, puesto que el navío emite una sola vez y las estaciones se sirven de esa emisión para marcarlo simultaneamente, mientras que con la estación solamente a bordo es necesario una emisión de cada estación por separado.

2º—La instalación y mantenimiento de un radiogoniómetro es menos costosa que la de una estación común, y por esto es mas barato tener en cada costa o tramo de costa una estación común y dos radiogoniométricas, antes que tres comunes.

3º—El personal de una estación de tierra es mas facilmente controlable que el de a bordo.

4º—En las entradas de los puertos el número de estaciones y su colocación, para que el radiogoniómetro de a bordo las utilice, es muchas veces difícil, mientras que la instalación de radiogoniómetros en esos puntos es más fácil, puesto que son mas portátiles.

5^o—Permite que la estación de a bordo que pide socorro sea localizada con mucha mayor facilidad.

6^o—Permite que todos los navíos aprovechen el servicio de los aparatos de tierra.

7^o—Permite que las naciones que posean estaciones en sus costas determinen la posición de un navío cualquiera sin que éste lo sepa.

Los que opinan por las estaciones radiogoniométricas a bordo exponen en su favor las razones siguientes:

1^a—Navegando en las entradas de los puertos muchos navíos, es difícil para las estaciones de tierra proporcionar a cada uno con pequeños intervalos sus posiciones.

2^a—Permite servirse de los radio-faros.

3^a—El control es llevado a cabo por los que utilizan las señales, que son los Capitanes de los navíos, los cuales sabrán hasta donde deben confiar.

4^a—Los navíos que no tuvieran aparatos de radiotelegrafía común de gran alcance, cuando estén en peligro, no serán escuchados de tierra, mientras que poseyendo radiogoniómetro, señalarán a los navíos mas próximos su posición.

5^a—El precio mayor de instalación de un radiogoniómetro a bordo no debe ser tomado en cuenta, puesto que valen mas que ello el navío y el personal que transporta.

En estas condiciones, pensandolo bien, parece que la mejor solución es tener estaciones radiogoniométricas costeras y radio-faros, y como consecuencia de la existencia de estos últimos es imprescindible que los navíos posean también radiogoniómetros; las dos instalaciones

complétanse pues, sirviendo para la verificación recíproca.

Es importante la consideración legal de que al proporcionar un aparato de tierra una marcación a un navío y aconteciendo después un desastre, podría el Capitán atribuir el desastre a error en la marcación enviada por tierra, mientras que existiendo estación a bordo y en tierra, el control puede verificarse. Sin embargo, la existencia solamente a bordo haría que estuviesen limitados a gozar de las grandes ventajas de la radiogoniometría solamente los navíos que poseyesen radiogoniómetros, mientras que con las estaciones de tierra toda embarcación que posea radiotelegrafía común podrá obtener una marcación.

El valor jurídico de tales aparatos es incontestable. En una investigación llevada a cabo en Norte América sobre un accidente de navegación en la costa Oeste de los Estados Unidos, se hizo notar la culpabilidad del Capitán por no haber aprovechado de las estaciones radiogoniométricas que le hubieran proporcionado su posición.

No conviene olvidar antes de terminar esta parte la combinación que se puede obtener de una recta de altura con una marcación radiogoniométrica, permitiendo que una rápida observación proporcione la posición exacta del navío.

Aparatos y su Evolución.—Radiocompas

El problema de la dirección de las ondas y de la localización de los puntos de emisión preocupó a los expertos en radiotelegrafía desde hace mucho tiempo, y la primera resolución aproximada del problema fue debida a Marconi; este gran sabio observó que con una antena

en forma de codo, con el brazo horizontal mayor que el vertical, la recepción de señales en la dirección horizontal del lado del codo era máxima. Siguió en las experiencias el profesor Blondel; miembro del Instituto de Francia; este profesor empleó cuadros cerrados, de forma y dimensiones variables, y constató que las señales tenían su máximo de intensidad cuando la onda era en el sentido del cuadro, disminuyendo gradualmente hasta desaparecer cuando la posición del cuadro era normal a la dirección de la onda. Bastaba pues, ligar el cuadro a un telefono y observar cuando el sonido era máximo, moviendo el cuadro, para obtener la dirección de la estación trasmisora.

El problema estaba puesto en el terreno de la práctica, necesitándose solamente modificaciones de detalle para su utilización con el máximo rendimiento. El tamaño necesario para las antenas era grande e incomodo a bordo, exigiendo esta circunstancia una modificación; los oficiales de Marina Italiana, Bellini y Tosi con sus profundos y eficientes estudios consiguieron los mismos efectos con antenas fijas empleando un aparato al que denominaron *radiogoniómetro*. Su antena se componía de dos cuadros verticales, de forma triangular, perpendicular una al otro, y ligados a unas bobinas.

Posteriormente el descubrimiento de los simplificadores y de válvulas de tres electrodos permitió el empleo de cuadros pequeños, móviles, dentro de camarín. Llegamos así a los modernos y eficientes aparatos empleados al presente.

El aparato Bellini-Tosi actualmente empleado está compuesto de una antena fija de la forma descrita arriba, y del radiogoniómetro; está este provisto de un dispositivo especial móvil, ligado a un estilete, el cual recorre un círculo graduado de 0° a 360° , orientado con

relación a la proa del navío; de allí el nombre de radio-
compas tambien dado al aparato.

Su empleo está basado en la mayor intensidad del
ruido escuchado, de acuerdo con la dirección que se da
a la bobina móvil ligada al estilete.

Es difícil obtener exactamente tal posición, porque
se recurrió a un medio de tenerla indirectamente, el que
se basa en la determinación del punto de ruido mínimo.
Consiste este procedimiento en mover el estilete ligado
a la bobina, hasta que el sonido desaparezca, marcándose
esta dirección en el círculo graduado; en seguida se
gira la bobina nuevamente y el ruido va creciendo, lle-
ga al máximo, comienza a disminuir otra vez hasta des-
aparecer, ocasión en que nuevamente se anota la gra-
duación del círculo graduado: la bisectriz del ángulo así
determinado es la dirección de la estación marcada. En

la figura 1, tenemos: AB, primera dirección, en la que
se extinguió el sonido; AC, direc-
ción en que desapareció nueva-
mente, después que se movió el
puntero o estilete; AD, bisectriz
del ángulo BAC por ella forma-
do, es marcación del punto o es-
tación que emite el sonido.

La determinación exacta del
instante de extinción del sonido,
si bien mas fácil de hacer que la

del punto de mayor ruido, no satisfacía por completo,
por lo que se utiliza una compensación, la cual remedia
en gran parte este inconveniente así como varias otras
causas de error.

Muchos son los procesos de compensación emplea-
dos, con los cuales los resultados han sido bien satisfac-

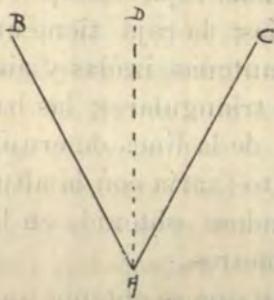


Fig. 1



torios; entre ellos haremos notar el proceso del profesor de hidrografía francés Mesny, con el cual se obtiene con gran aproximación el punto de extinción del sónico, cuando la dirección de la estación está a 90° ; el aparato está formado por un condensador de tres armaduras.

Se presenta con estos aparatos el caso dudoso de duplicidad en la dirección de la estación, indicada por el plano de la antena, dirección que puede ser tanto a la derecha como a la izquierda, suponiendo al observador colocado en el plano de la antena. La posición aproximada del navío en relación con el punto marcado, soluciona esta duda y, modernamente los radiogoniómetros traen ya un dispositivo que proporciona la orientación de un modo aproximado para principiar la observación y que es suficiente para permitir la resolución inmediata del problema.

Los aparatos proporcionados por la Compañía Marconi están contenidos en una pequeña caja, excepción hecha del fono y de las dos baterías; la caja tiene un peso aproximado de 20 kilos. Las antenas izadas y aisladas, constituyen marcos cerrados triangulares; las bases quedan a 45° con la dirección de la línea de crujía del navío; el alcance de este aparato varía con la altura a que queda la antena, habiéndose obtenido en la práctica alcances de 500 a 600 kilómetros.

El grado de aproximación con que se obtenía una marcación era de 2° con personal experto; con los modernos aparatos puede obtenerse aproximaciones menores de 1° .

El radiogoniómetro Telefunken, última palabra también por los perfeccionamientos que posee, adopta el sistema de antenas en cuadro de forma de poligonal, y el método empleado es el de "Verificación del mínimo de energía". Su aproximación para determinar la

dirección llega a ser menor de $\frac{1}{2}^\circ$, y procediendo con mucho cuidado se llega a anular el error; los aparatos de instalación a bordo, están montados en un sistema de suspensión Cardan, con contrapeso. A fin de conseguir el máximo de rendimiento la casa constructora aconseja algunas disposiciones que se deben tomar en su instalación a bordo; ellas son:

- a) Colocar el aparato a proa o al centro del buque.
- b) Evitar la proximidad de tubos acústicos y cabos metálicos.
- c) Alejamiento mínimo de un metro de las partes metálicas.

El aparato se orienta en dirección del plano longitudinal simétrico del navío.

La figura 2 muestra el tipo utilizado por la Sociedad Francesa Radio-Eléctrica; en ella se ve una antena muy semejante a la Telefunken montada fuera del camarín de la radiotelegrafía.

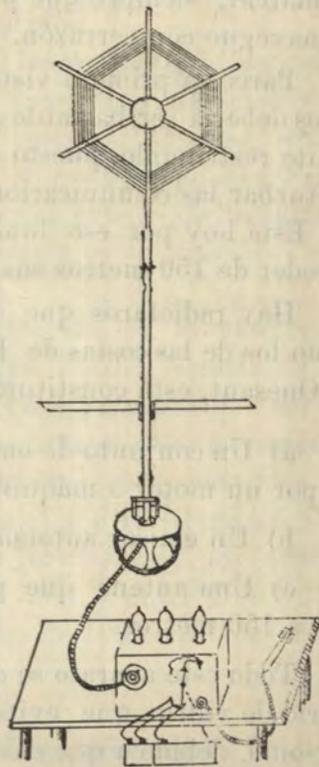


Fig. 2.

Radiofaros

Los radiofaros son, según dice Massenet, "en principio, una estación radiotelegráfica capaz de emitir au-

tomáticamente una señal determinada, a intervalos regulares y con un tiempo de duración suficiente”.

Los faros luminosos ofrecen al navegante un punto que puede marcar con su compás; los faros hertzianos o radiofaros le proporcionan una posición que puede marcar, siempre que posea radiocompás, y aún cuando navegue con cerrazón.

Parece a primera vista que el alcance de los radiofaros debería ser bastante grande; sin embargo, tiene un límite restringido, puesto que existe la necesidad de no perturbar las comunicaciones radiotelegráficas comerciales. Está hoy por eso limitado a 30 millas no debiendo exceder de 150 metros sus longitudes de onda.

Hay radiofaros que producen un sonido musical como los de las costas de Francia, uno de los cuales, el de Ouesant, está constituido de la manera siguiente:

- a) Un conjunto de emisión musical completo movido por un motor o máquina.
- b) Un emisor automático.
- c) Una antena que permite emisión de ondas de 100 a 150 metros.

Todo este aparato se encuentra guardado en un armario de vidrio, que evita cualquier accidente para el personal, debido a que el circuito se interrumpe cuando se abre la puerta.

El funcionamiento es automático y puede trabajar durante 30 horas sin que sea necesario vigilarlo; da el indicativo o característica del puesto, con intervalos regulares. El dispositivo que produce la automaticidad es muy interesante, no describiéndose aquí, por salir de los límites de este trabajo.

Los navíos pueden obtener con los radiofaros no

solo su marcación, sino otras indicaciones: así las variaciones de intensidad del sonido permite saber a bordo si el navío se aleja o se aproxima a tierra; por otra parte, si se recibe al mismo tiempo señales de dos estaciones, es posible saber si se está sobre la perpendicular en el centro de la línea que las une o si se encuentra mas a un lado que al otro de ella.

Es innecesario encarecer las ventajas de los radiofaros, con los cuales tiene el navegante un medio de hacer una recalada buena con niebla, o navegar próximo a la costa con cerrazón. El aumento de ellos en Francia y en los Estados Unidos es una prueba de los inmensos servicios que tienen prestados a la navegación y por lo tanto a la humanidad.

Los radio faros pueden también ser montados en los buques faros o faros flotantes. Pueden emitir en determinadas horas sonidos de gran intensidad, a fin de permitir su utilización por los navíos que navegan a gran distancia. En estas condiciones se encuentran los buques faros de Ambrose Channel y Fire Island en New York y el faro de Sea Girt en New Jersey, los cuales, diariamente, entre 14h. y 14h. 30m. y entre 20h y 20h. 30m. emiten señales con ondas de 1000 metros, trabajando simultáneamente.

Errores de los Radiogoniómetros

Los radiogoniómetros o radiocompases están, como las agujas magnéticas, sujetos a errores; así, la observación ha demostrado que la posición del cuadro, el ángulo de azimut, la hora de marcación y la forma de la antena, ejercen gran influencia, y se ha presentado casos en que estos errores alcanzan valores apreciables, por lo

que conviene, tanto como sea posible, anularlos, y si esto no fuera posible, reducirlos a un minimum.

Los errores que son debidos a causas mas o menos verificadas y cuyo estudio tiene ya desarrollo, permiten ser determinados, y siempre con semejanza a lo que se hace con los compases magnéticos, puede construirse una tabla en la que para cada azimut se tenga el error. Así también, puede elegirse la longitud de onda mas conveniente en función del azimut aproximado.

Los errores se dividen en accidentales y sistemáticos:

Errores accidentales.—Es muy difícil establecer una línea divisoria entre los errores accidentales y los errores sistemáticos; después de largas y pacientes observaciones, se ha concluido, no obstante, que el error accidental es independiente del azimut y es función tanto del observador como de las variaciones en la inclinación de la antena, esto para un mismo aparato y en el mismo día.

La determinación del límite superior del error accidental, estando como vimos arriba, basada en la práctica, se hace por observaciones que duran un cierto tiempo. Las reglas y precauciones a seguir con el objeto de determinarlo son:

1ª—Emplear observadores de capacidad media, entre los que deben trabajar con el radiogoniómetro, eliminando las marcaciones hechas por hombres muy diestros;

2ª—Emplear varios observadores y no solamente uno.

3ª—Hacer el trabajo en condiciones de tiempo y en circunstancias variadas.

4ª—Las observaciones hechas durarán un tiempo bastante largo, treinta días por lo menos.

5ª—Serán marcados diariamente, durante tal tiempo, varios puntos. Reunidas todas estas observaciones, las que serán naturalmente en número elevado, se tomará la media de las marcaciones de cada punto; el error accidental puede ser considerado como la diferencia entre cada marcación y la marcación media. Este error es sensiblemente el mismo y su valor máximo es el que se adopta. Con las precauciones ya mencionadas, este error alcanza a 3° y puede ser verificado continuamente.

Error sistemático.—La determinación del error sistemático se hace semejantemente a la determinación del desvío del compás en un buque, se hace dar al buque uno o mas giros completos, marcándose el mismo punto a intervalos iguales, de diez en diez grados por ejemplo. Siendo función el error sistemático del azimut, se torna fácil comprender el proceso.

Varios factores son las causa del error; ellos no han sido determinados por separado sino constatados en conjunto; son los siguientes:

- 1) La inclinación del cuadro sobre la vertical.
- 2) Posición de los aparatos auxiliares.
- 3) Faltas de contacto.
- 4) Variación de absorción por los obstáculos vecinos (Interferencia de tierra entre las estaciones).
- 5) Variación de reflexión por obstáculos vecinos.
- 6) Presencia de masas metálicas.
- 7) Longitud de la onda de emisión.

La determinación pues, de tal error debe ser hecha

de modo de no tocar ningún aparato ni su colocación relativa, puesto que dicha determinación se hace para obtener la situación precisa. Las marcaciones hechas para determinarlo estando afectadas del error accidental, es evidente que el error sistemático será la diferencia entre la marcación verdadera y una cantidad, que es la suma algebraica de la marcación observada y del error accidental; llamando M_v a la marcación verdadera, M_o a la observada y Σ al error sistemático, y tomando como valor máximo del error accidental 3° , podemos escribir:

$$M_v = M_o \pm 3^\circ + \Sigma \quad (1)$$

Así para una marcación verdadera M_v podemos descomponer (1) en:

$$M'_v = M_o - 3^\circ + \Sigma'$$

$$M''_v = M_o + 3^\circ + \Sigma''$$

restando la primera de la segunda

$$M''_v - M'_v = 6^\circ + (\Sigma'' - \Sigma')$$

expresión que nos muestra el límite superior del error; como se trata de un límite podemos designar al paréntesis por "incertidumbre del radiogoniómetro" para la marcación M_v''

Podremos determinar la incertidumbre para varios rumbos y construir, con el auxilio de la curva de errores, un cuadro que nos lo proporcione a cada momento. Con este cuadro y con observaciones con ondas diversas llegaremos a formar una tablilla que nos servirá en la práctica, la cual deberá acompañar a todo radiogoniómetro; dicha tabla nos proporcionará el ángulo medio de incertidumbre, dentro de un determinado sector, en

función de la onda, de modo que permita, según sea el ángulo de azimut, buscar y utilizar una longitud de onda que mas convenga según las circunstancias, con el fin de tener un ángulo de incertidumbre mínimo.

El ejemplo de la tablilla siguiente facilita la comprensión y pone en evidencia sus ventajas.

MARCACION VERDADERA	Angulo del sector de incertidumbre		
	Onda de 450 m.	Onda de 600 m.	Onda de 800 m.
0° a 48°	2°,5	5°	5°
49° a 97°	3°	2°,5	4°
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

La práctica ha demostrado que el valor de la incertidumbre puede alcanzar el valor de 10°

Cuando se trata de radiofaros la tablilla debe ser hecha para longitudes de onda entre 80 y 150 metros, que son las empleadas en ellos.

Error conocido como "efecto de noche".—A pesar del estudio hecho anteriormente en que reunimos en un grupo los errores, hay uno que se destaca y que es conocido por "Efecto de Noche": Debido a él se puede tener:

- 1).-Sonidos agudos y por lo tanto incorrectos.
- 2).-El mínimun de intensidad del sonido mal definido o mas o menos incorrecto.

El primero es mas peligroso; sin embargo no es frecuente, su efecto es sensible cuando hay tierra entre la estación trasmisora y la receptora, pudiendo asumir

grandes proporciones. Las estaciones marítimas no sufren por tanto de este mal como las de tierra; y como consecuencia, cuando se procura hablar desde a bordo, débese preferir las estaciones costeras a las del interior aún cuando éstas sean de mayor alcance o importancia.

Observaciones sobre los errores.—Recientes estudios de Bellini, dados al público a mediados de 1921, basados en innumerables experiencias y datos recojidos durante la gran guerra, muestran las variaciones de las marcaciones y una serie de hechos interesantes constatados, permiten concluir:

1).—Que los errores en las marcaciones son mayores de noche que de día, en latitudes meridionales que en las septentrionales, con ondas grandes que con pequeñas, con ondas continuas que con amortiguadas.

2).—Las ondas que llegan de diversas direcciones parecen unirse, no en fase, no existiendo intensidad mínima o siendo ella inapreciable.

3).—Las marcaciones son exactas si las estaciones distan menos de 15 millas.

4).—Hay estaciones que dan siempre marcaciones prácticamente exactas.

5).—Dos estaciones inmediatamente vecinas, con antenas de formas diferentes, dan marcaciones diferentes.

6).—Una estación emisora con antena de espiral produce marcaciones diferentes de una segunda estación, según la posición angular ocupada por la espiral en relación con el receptor.

Estudiando en detalle el asunto, dijo Bellini que tenía gran importancia para los errores la forma de la antena y aconseja la vertical; cree que la parte horizon-

tal de la antena trasmisora tiene influencia sobre la parte horizontal de la receptora y sobre el asunto hace largas consideraciones.

Terminando esta parte parécenos que, a pesar de los errores el valor del radiogoniómetro no queda disminuido. El aparato tiene errores que en parte ya pueden ser compensados o calculados y tabulados; semejantemente a lo que acontece con la aguja magnética, en la cual hoy los errores son limitados, los radiogoniómetros serán perfeccionados hasta poder producir elementos tan exactos como los de la aguja giroscópica de hoy. Aún antes de alcanzar tal perfección son capaces de evitar grandes desastres y solucionar problemas que, con su falta, no se podría resolver.

Es interesante citar aquí una nota puesta por el Ministerio de Marina Americano a las instrucciones formuladas para la utilización de los servicios de las estaciones radiogoniométricas de los EE.UU.: "Aunque el Ministerio de Marina crea que en la época actual las marcaciones de los radio compases hayan alcanzado un alto grado de seguridad, debe ser entendido que el Gobierno no asume responsabilidad por cualquier consecuencia resultante de alguna inexactitud en recepción o transmisión de marcaciones radiogoniométricas. Estas marcaciones son ofrecidas a los navegantes como auxilio, libre de responsabilidad, y al criterio de los Comandantes".

No obstante tales declaraciones las "Pilot Charts" hacen intensa propaganda de las marcaciones radiogoniométricas.

Utilizándolas se llegará a perfeccionar al grado máximo los aparatos.

Utilización de los Radiogoniómetros

Hasta ahora hemos estudiado estos aparatos en sí, describiéndolos y mostrando su mayor o menor grado de aproximación; vamos ahora a tratar de su empleo en la navegación, en detalle, fin principal de nuestro trabajo.

Los radiogoniómetros tienen aplicación en la resolución de los siguientes problemas:

1º)—Determinación, de la posición del navío, independiente de las condiciones atmosféricas y de las distancias a tierra;

2º)—Determinación de la dirección en que se encuentra un navío o una estación que se escucha.

La resolución de ambos problemas se hace siguiendo las reglas de la navegación, siendo la marcación proporcionada por el radio compás en lugar del compás magnético. Estudiemos primero el modo como debe operar un navío que necesita una marcación; dos casos pueden presentarse:

a).—El navío tiene solamente estación radiotelegráfica;

b).—El navío posee radio compás.

Las reglas que se aplican cuando la estación está en tierra, difieren de las que se debe observar cuando la estación que marca es la de abordo.

1er. Caso.—Un navío tiene solamente estación radiotelegráfica. Un navío navegando y que quiera obtener su posición debe proceder de la manera siguiente: la estación radiotelegráfica de abordo llama a la estación de tierra y pide su marcación; aquella a quien se hace

el pedido, o responde algún tiempo después dando la marcación pedida, o determina que el navío proporcione otras señales; en ambos casos después de enviar la marcación debe dar su característica o indicativo. El círculo del radio compás está graduado de 0° a 360 , correspondiendo el W al N verdadero cuando el radio compás está en tierra.

Acontece que en muchas entradas de puertos, donde el servicio está organizado eficientemente, hay estaciones radiogoniométricas unidas por telegrafo terrestre con una estación central, que reúne las marcaciones y proporciona al navío su posición. Estas estaciones tienen el mismo indicativo de llamada que la central, la que es la única que se comunica con los navíos.

El servicio en la costa de los E. E. U. U. de Norte América está muy bien organizado y pueden servir de modelo las instrucciones expedidas por el "United States Naval Comunicación"; haremos enseguida un resumen de ellas, lo que es de gran valor para la concisión y precisión de tales órdenes. Para obtener la marcación, el navío debe llamar a la estación de tierra, de manera normal, haciendo seguir esta llamada de la señal "QTE" "Interrogación", cuya significación es "¿Cuál es mi marcación verdadera?". Si la estación terrestre necesita alguna señal más para poder proporcionar la marcación, responderá con "K" y el operador de a bordo transmitirá nuevas señales, de acuerdo con las reglas siguientes: durante 30 segundos señalará su indicativo; después hará durante un minuto rayas largas de 5 segundos con el indicativo de llamada de la estación terrestre, después de cada raya; emitirá finalmente la señal "K". En el caso en que estas señales sean suficientes, la estación radiogoniométrica de tierra responderá llamando a la de a bordo y diciendo: "QTE", se-

guido por el número de grados de la marcación, escrita en palabras, y del nombre de la estación marcadora, esto es, la señal "QTE" significará: "*Vuestra marcación verdadera es.....grados de.....Estación Radiogoniométrica*".

Puede pedirse una repetición para verificar; el mejor medio de prueba es que la estación de a bordo repita a la de tierra la marcación que por ella le fué proporcionada.

Cuando no se tiene el aparato arreglado para la longitud de onda con que trabaja la estación terrestre precisa primero sintonizarlo; generalmente las estaciones usan una onda fija para los casos comunes; en las americanas la longitud de onda es de 800 metros.

En las estaciones que proporcionan una sola marcación, ésta puede estar errada de 180° , puesto que, como ya sabemos, es una línea de posición; en caso de duda se pide otra marcación; las estaciones situadas en islas serían las que dieran lugar a duda, puesto que el navío puede estar a un lado o a otro de ellas siendo difícil precisar cual es la verdadera. El grado de aproximación de los resultados, observando estas reglas, es de cerca de 2° .

Es siempre preferible cuando sea posible, la utilización de estaciones como la de las islas Farellons a la entrada del puerto de San Francisco, EE.UU., formando un grupo dirigido por una que da al navío su posición.

La repartición competente americana pide que el que utilice sus estaciones radiogoniométricas envíe al Director del U. S. Naval Comunicación un breve informe conteniendo las siguientes indicaciones:

a).-Nombre del navío.

b).-Nombre de la estación radiogoniométrica.

c).—Fecha y tiempo medio de Greenwich en la cual las marcaciones fueron hechas.

d).—Marcaciones proporcionadas por las estaciones.

e).—Posición aproximada del navío, calculada por cualquier proceso no radiogoniométrico, con el grado de aproximación, con que fué obtenida.

f).—Condiciones de tiempo al momento de marcar.

g).—Observaciones que se juzgará conveniente hacer.

h).—Firma del Capitán del buque u Oficial de Navegación.

20. *Caso.*—Desde que el buque posee estación radiogoniométrica queda libre de obrar como le convenga, sin que dependa del servicio organizado del país en cuyas aguas navega.

Aproximándose a una estación el navío pedirá con su aparato usual de radiotelegrafía, que le sea proporcionada una serie de señales; luego que la estación responda y vaya a comenzar la emisión de dichas señales, se desligará a bordo el aparato común conectándose el radiogoniómetro. Se mueve la llave (ligada a la bobina o al cuadro) hasta que se obtenga la cesación del ruido y se marca la indicación del puntero de la aguja; continúa el movimiento, escúchase el sonido que va aumentando hasta alcanzar el máximo, después de lo cual disminuye hasta desaparecer nuevamente; registrase la nueva marcación; la media de los ángulos anotados dará la dirección de la estación marcada. A fin de tener mejor determinación continúa moviendo el puntero, siempre en el mismo sentido, y opérase como anteriormente, pero del lado opuesto de la graduación.

Tenemos así dos direcciones que deben ser opuestas y quedar en línea recta, sirviendo la segunda para

verificar la primera; esto no acontece siempre y a veces hay diferencia, que debe ser pequeña; en este caso se toma la diferencia entre ellas y se aplica la mitad convenientemente, como corrección de la marcación.

Obtenida así la línea de marcación, como la línea 0° - 180° coincide con el plano longitudinal del navío, basta anotar la dirección de la proa en el momento de la marcación para tener el rumbo a que ella demora. Así, suponiendo que la marcación fuera 230° para un lado y 49° para el otro, se ve que la diferencia entre ellas para que quedasen en una misma línea recta, es de 1° , esto es, que el error medio es $0^{\circ},5$, de manera que podríamos tomar $229^{\circ},5$ y $49^{\circ},5$. La proa del navío en el momento de la observación ha sido, por otra parte, 45° S. E., luego tendremos:

$$229^{\circ},5 - 45^{\circ} = 184^{\circ},5$$

$$\text{y} \quad 49^{\circ},5 - 45^{\circ} = 4^{\circ},5$$

esto es, contaremos $184^{\circ},5$ desde el S. o sea finalmente que la marcación será $4^{\circ},5$ N. E. ó $4^{\circ},5$ S. W. En caso de duda un gráfico dilucida la cuestión.

La utilización de los radiofaros exige también, como hemos visto, que haya radiogoniómetro a bordo; en este caso no hay necesidad de llamada y cuando el navío oiga la señal del radiofaro conectará su aparato y hará la marcación. En cualquiera de los dos casos, después de hecha la marcación, se une el radiogoniómetro a un dispositivo especial que permite, aunque groseramente en la actualidad, obtener el sentido de la dirección, de la estación marcada, resolviendo las dudas sobre ella. En nuestro ejemplo anterior la marcación podría ser tanto $4^{\circ},5$ S. W. como $4^{\circ},5$ N. E., y si las condiciones especiales de la localidad no permitiesen la elección de la apli-

cable entre las dos, el dispositivo mencionado eliminaría la duda.

Hasta ahora hemos tratado del trazado de las marcaciones en las cartas de navegación, cartas loxodrómicas o cartas de Mercator; no siempre, sin embargo, este trazado de marcaciones será correcto; en efecto, en distancias menores de 30 millas se puede considerar la línea de marcación como loxodrómica, pero pasando de ahí no se puede y es preciso hacer correcciones, puesto que la dirección es la del círculo máximo u ortodrómica. En capítulo especial, bajo el título de "Utilización de los radiogoniómetros de gran alcance" trataremos el asunto.

Vamos en seguida a examinar los procesos usuales de navegación costera y a ver en qué casos se pueden resolver por la marcación radiogoniométrica; estudiaremos cada problema separadamente.

1er. Problema.—Marcación de un punto y distancia estimada o calculada con relación a él.—Este problema consiste en determinar la marcación existente entre el navío y el punto, y estimar a ojo o calcular por la altura angular del punto, la distancia entre éste y el navío. Es claro que la resolución tiene una condición indispensable que el punto marcado sea visible desde a bordo, y siendo así, el proceso mas indicado no es el radiogoniométrico; tenemos medios mas expeditos empleando el compás.

No tiene pues aplicación en este caso la radiogoniometría.

2o. Problema.—Marcaciones simultáneas de dos puntos.—La marcación simultánea de dos puntos se hace marcando con el mínimo intervalo posible dos puntos de tierra. Este es el caso de aplicación típica del adior-

goniómetro, como se ve claramente de las consideraciones expuestas en las páginas de este trabajo. Sucede que proporcionando el navío las señales y recibiendo las dos estaciones al mismo tiempo, la simultaneidad tiene el máximun de apreciación; cuando hay una estación ligada a otra por telegráfo terrestre, aplicará, para proporcionar la posición del navío, el proceso de las marcaciones simultáneas.

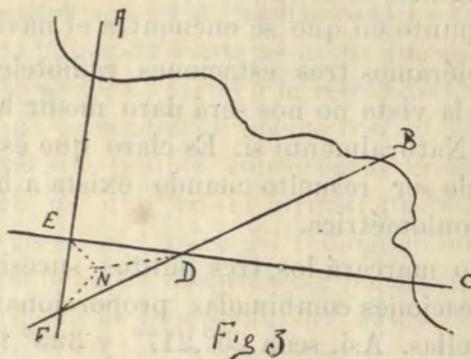
El ángulo de cruce de las dos rectas debe, como si fuera otro el proceso empleado, ser próximo a 90° ; en efecto, basta que consideremos que cuanto más se aproxima a la perpendicularidad, mejor determinada queda la intersección de las dos rectas, conforme nos lo enseña la Geometría.

3er. Problema.— Marcación simultánea de tres puntos.—Tiene entera aplicación el uso de los radiogoniómetros en la resolución de este problema; la marcación es simultánea y la tercera recta servirá no sólo, para la verificación de las otras dos, sino que formará con ellas un triángulo dentro del cual estará la posición del navío, con aproximación mayor de la obtenida con la intersección solamente de dos rectas..

La simultaneidad de la marcación no exige el transporte de una recta a la posición de la otra; con el compás magnético, por más rápidamente que se hagan las marcaciones, aún con el navío parado sobre las máquinas, hay diferencia apreciable de tiempo entre ellas.

Si consideramos las marcaciones de los tres puntos A, B y C, (fig. 3) y trazamos las rectas en sentido contrario, obtendremos tres intersecciones D, E y F; tracemos la bisectrices de los tres ángulos del triángulo formado, EDF, y en su intersección N. estará la posición

del navío, con aproximación mayor de la obtenida con cualquiera de las dichas tres intersecciones.



40. *Problema.*—*Marcación de un punto de una zona.*—Es evidente que en este proceso tiene entera aplicación el radiogoniómetro; su resultado debe ser alentador para un Comandante que en mal tiempo o en cerrazón en costa de profundidad regular, obtuviese una recta para cruzarla con su línea de sondaje.

50. *Problema.*—*Marcaciones sucesivas de un punto rumbo y distancia navegada entre ellas.*—Este problema es de aquellos en que el radiogoniómetro nos dá solución tan completa como la ofrecida por la aguja magnética.

60. *Problema.*—*Marcaciones sucesivas de dos puntos, rumbo y distancia navegados entre ellas.*—El radiogoniómetro nos ofrece resolución para tal problema tan completa como es posible obtenerla con la aguja magnética.

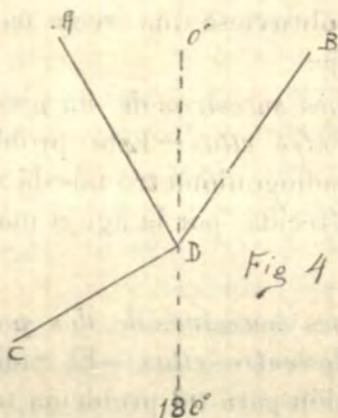
70. *Problema.*—*Determinación de la posición del navío por los segmentos capaces.*—Este problema consiste en la determinación de la posición del navío, midien-

do desde a bordo los ángulos entre tres puntos de tierra, y construyendo después en la carta los segmentos capaces de los ángulos determinados; la intersección de ellos nos dará el punto en que se encuentra el navío.

¿Si tuviéramos tres estaciones radiotelegráficas o radiofaros a la vista no nos será dado medir los ángulos entre ellos? Naturalmente sí. Es claro que este problema sólo puede ser resuelto cuando exista a bordo estación radiogroniométrica.

El navío marcará los tres puntos sucesivamente y las tres marcaciones combinadas proporcionarán los ángulos entre ellas. Así, sean 25° , 217° y 305° los ángulos de marcación. Es evidente que $BDA = 25^\circ + (360^\circ - 305^\circ) = 25^\circ + 55^\circ = 80^\circ$.

$$ADC = 305^\circ - 217^\circ = 88^\circ.$$



De acuerdo con las reglas de la Geometría, construiremos los segmentos capaces de los ángulos y la intersección de ellos nos proporcionará la posición pedida.

El empleo del estaciógrafo (Station pointer) tiene aplicación tal como si los ángulos fueran obtenidos por agujas magnéticas, táxímetro o sextante. A falta de dicho estaciógrafo puede utilizarse con ventaja, como se explica a continuación, una figura hecha de papel o cartón.

Consiste ella, en trazar tres rectas que formen entre sí ángulos iguales a los marcados desde a bordo y

aplicarlos después sobre los tres puntos por tanteos; cuando estuvieran coincidiendo cada lado sobre cada punto, la posición del navío sería el vértice.

Las marcaciones son hechas con el navío andando o parado, no habiendo ventajas ni en uno ni en otro modo en el caso general; pero en la resolución de este último problema es necesario operar con el navío parado y tanto como sea posible conservarlo en esta posición. Sin embargo de que en el primer problema no existían ventajas en el empleo del radiogoniómetro, su uso con todo, no debe ser despreciado, puesto que sirve para la verificación de la posición del navío obtenida por otro proceso.

Cuando con tiempo claro hubiese una posición bien determinada, se debe utilizar el radiogoniómetro con el fin de verificar el estado de los aparatos y determinar los errores.

Llegamos al problema, pero no decimos hasta ahora el medio de combinar la acción del Oficial o Comandante y del operador radiotelegráfico; el operador, obtenidos los datos proporcionados por el radiogoniómetro, los transmitirá al Oficial, éste, conociendo la proa del navío en el instante de la operación obtendrá el rumbo de la marcación, puesto que los radiogoniómetros son orientados con 0° — 180° en la dirección de proa-popa del navío; cuando la marcación fuera proporcionada de tierra, como la línea 0° — 180° está en la estación, en la dirección NS verdadera, no hay mas que convertirla al compás de a bordo.

La comunicación entre el radiotelegrafista y el Oficial, puede ser por el teléfono o más modernamente por medios neumáticos; así, en los navíos modernos hay una red neumática entre el camarín de la telegrafía y las otras dependencias del buque, de manera que el o-

perador recibiendo una noticia semejante a una marcación, la escribe y la envía enseguida al puente, realizándose esta rápidamente valiéndose del medio neumático.

Los navíos provistos de radiotelefonía, tienen todavía más facilitado la resolución de las comunicaciones. Cuando dos buques se aproximan, bajo una densa cerrazón y consiguen determinar la marcación entre ellos, si tienen teléfono sin hilos fácil es a los Comandantes combinar un modo mejor de navegación. Por medio de la radiotelegrafía se tiene el mismo resultado, pero mucho más lentamente que por medio de la radiotelefonía.

Empleo de los radiogoniómetros de gran alcance

El empleo de los radiogoniómetros para grandes distancias exige que se haga una corrección en el trazado de la recta en la carta de Mercator, porque conforme ya dijimos; la dirección de la marcación en la esfera es la del arco de círculo máximo, y no podemos en grande extensión, sustituirlo por la loxodrómica.

En la figura 5, si trazamos las rectas en la dirección de las marcaciones hechas, la posición del buque será N, pero en realidad ella es N', intersección de los arcos de círculo máximo; el error que se comete tomando una posición por otra es grande, y, dado que las distancias sean de algunas millas, ella podrá alcanzar a 100 millas.

Dos medios tenemos para resolver la cuestión:

a).—Utilizando cartas reducidas y haciendo a la marcación errada una corrección, que nos permite determinar la verdadera.

b).—Emplear las cartas gnomónicas.

Es claro que a bordo hay siempre cartas reducidas,

pero las de segunda especie son muy raras, pues que, los buques que navegan por derrotas ortodrómicas, habitualmente siguiendo los mismos destinos, tienen ya sus series de loxodrómicas calculadas y no poseen cartas especiales. Aún cuando en un instante dado quieran trazar derrotas ortodrómicas, las "Pilots Charts" tan conocidas de los navegantes, dan las derrotas ortodrómicas, entre los puntos que tienen mayor aplicación, a pesar de que es más común calcular la serie de loxodrómicas, que emplear cartas ortodrómicas. Resulta de ahí que la tendencia y el caso general es el empleo de las cartas de Mercator, aplicando lo más simple y rápidamente posible la corrección respectiva. En vista de eso estudiaremos en primer lugar y con más detalle este caso:

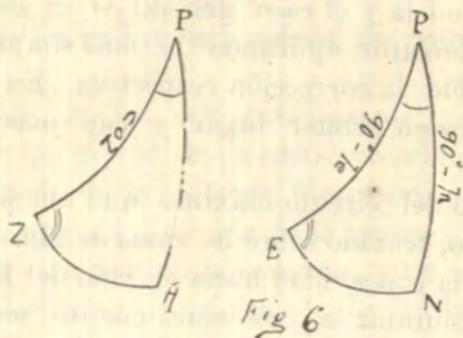
El arco del círculo máximo que une a la estación con el navío, trazado sobre la carta de Mercator es una curva, con la concavidad hacia el lado del Ecuador, tendiendo a disminuir la curvatura cuanto menos inclinada esté sobre los meridianos, hasta tomar la dirección rectilínea cuando fuera N o S, así como cuando los dos puntos (estación y navío) estuvieran sobre el ecuador.

Recordemos del estudio de la navegación ortodrómica que cuando queremos determinar el rumbo inicial empleamos fórmulas y tablas iguales a las usadas para la determinación de los azimutes, por la semejanza de los triángulos esféricos formados. Comparando ahora el triángulo formado por los tres arcos que unen, dos a dos, los tres puntos, polo, estación y navío (en la posición errada) vemos que es posible aplicarles también las fórmulas y tablas que resuelven los problemas de azimut. En efecto, en los triángulos esféricos PZA y PNE (fig. 6), el primero formado en la esfera celeste por los tres arcos que unen polo, astro, y zenit, y el segundo en

la terrestre por los que unen polo, navío y estación, tendremos como elementos correspondientes:

Triángulo PNE**Triángulo PZA**

90°—latitud de estación	90°—latitud del punto Z.
90°—latitud del navío	Δ (Distancia polar)
Diferencia de longitud entre navío y estación	Angulo horario
Angulo de marcación del navío.....	Azimut del astro.



La fórmula que nos proporciona el azimut nos dará también el ángulo de marcación, desde el momento en que hagamos la sustitución de los elementos que en ellas entran, de acuerdo con la correspondencia arriba mostrada.

La fórmula que nos proporciona el azimut es:

$$\cos Z = \frac{\text{tg DC} \cos \text{lat} - \text{sen lat.} \cos \text{ángulo horario}}{\text{sen ángulo horario}}$$

que queda

$$\cos \text{PEN} = \frac{\text{tg lat. navío} \cos \text{lat. estimada} - \text{sen lat. estimada} \cos \text{P}}{\text{sen P}}$$

Es mucho más fácil en lugar de fórmula obtener el azimut por medio de una tabla de azimutes; en efecto,

como la tabla está construída por la fórmula de arriba basta que entremos a ella con los elementos, atendiendo a la correspondencia anteriormente explicada.

Establecemos pues así el medio de obtener el azimut del navío en función de elementos determinados; la diferencia entre el obtenido de este modo y la radiomarcación será la corrección que es necesario hacer a ésta, para que tengamos el azimut de la posición del navío, con aproximación suficiente.

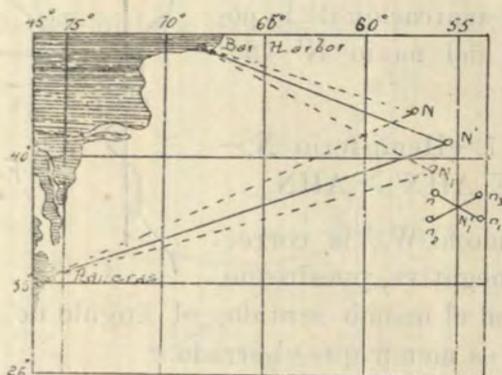


Fig 5

En la fórmula tenemos, sin embargo, un elemento que no se nos da a primera vista: las coordenadas del navío; a fin de resolver el problema recurrimos al método de las aproximaciones sucesivas, como muestra la explicación que sigue.

El modo práctico de operar es el siguiente: llévanse a la carta de Mercator las dos marcaciones como si fuesen líneas rectas y obtiéndose la posición N (fig. 5) del navío (errada), esto es, su latitud y su longitud. En seguida se busca en la tabla de azimutes el ángulo de marcación del navío, entrando con la latitud de la estación, latitud del navío y la diferencia de longitud entre

la estación y el navío, obtenido este ángulo se toma la diferencia de él con la indicación radiogoniométrica, diferencia que es la corrección que se debe hacer a esta última para tener la marcación verdadera o el arco de círculo máximo. Es fácil deducir el signo de la corrección; considerando que el arco de círculo máximo tiene su curvatura hacia el ecuador, es claro que en el hemisferio norte, estando el navío al E. de la estación la corrección es positiva, desde que el ángulo de marcación de la posición real del navío N' (fig. 7) es:

Fig. 7.—Hemisferio N.—Navío al E. $AHN' > AHN$.

Estando al W., la corrección será negativa, puesto que, contando en el mismo sentido, el ángulo de marcación verdadera es menor que el errado.

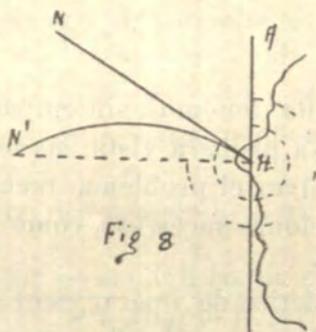
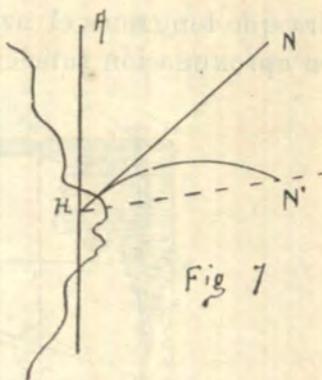


Fig. 8.—Hemisferio N.—Navío al W. $a' < a$

En el hemisferio S sucede lo contrario; las figuras 9 y 10 lo muestran claramente.

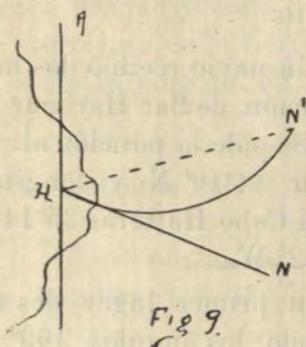


Fig. 9.—Hemisferio S.—Navío al E. $AHN' < AHN$.

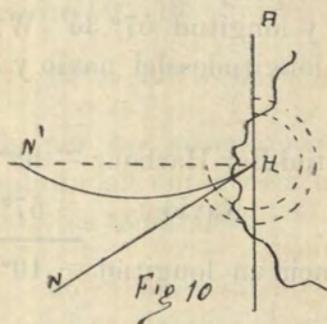


Fig. 10.—Hemisferio S.—Navío al W. $a' > a$

Podemos formar el siguiente cuadro para los signos de la corrección:

Hemisferio	Navío al	Corrección
N.	E.	Positiva
N.	W.	Negativa
S.	E.	Negativa
S.	W.	Positiva

Por medio de un ejemplo tomado del "United States Naval Institute Proceedings" de 1921, quedará explicado mejor el asunto:

Ejemplo.—Un navío recibió dos marcaciones simultáneas: de la estación de Bar Harbour (109°) y del Cabo Hatteras (66°). Se pide la posición al navío siendo latitud Bar Harbour 44°19' N y longitud Bar Harbour 68°11' W; latitud Cabo Hatteras 35°14' N y longitud Cabo Hatteras 75°32' W

Tracemos en primer lugar dos rectas en la carta Mercator formando los ángulos 109° y 66° con el NS. verdadero. (Fig. 5). La intersección de estas dos rectas nos dará la posición aproximada N, de coordenadas: latitud 41° 38' N y longitud 57° 35' W. Combinando en seguida las dos longitudes del navío y de Bar Harbour tendremos:

$$\text{Longitud Bar Harbour} = 68^{\circ} 11' \text{ W.}$$

$$\text{,, Navío} = 57^{\circ} 31' \text{ ,,}$$

$$\text{Diferencia en longitud} = 10^{\circ} 36' = 42^{\text{m}}, 4$$

Entrando a la tabla de azimutes e interpretando convenientemente encontraremos 105° 38' NE, que es lo mismo contándolo de 0° a 180° por la derecha, como acontece con el radiocompás. Tomando la diferencia entre esta marcación, obtenida por la tabla, y la radiogoniométrica; tendremos:

$$109^{\circ} - 105^{\circ} 38' = 3^{\circ} 22'$$

Esto es, que la corrección es 3° 22', positiva, puesto que el navío está en el hemisferio N y al E de la estación; aplicándola a la marcación proporcionada por el radiogoniómetro tendremos:

$$109^{\circ} + 3^{\circ} 22' = 112^{\circ} 22'$$

Que es la marcación proporcionada por Bar Harbour, corregida ya de la curvatura de la tierra.

Procediendo semejantemente en relación a Cabo Hatteras tendremos:

$$\begin{array}{r} \text{Longitud Cabo Hatteras} = 75^{\circ} 32' \text{ W} \\ \text{Longitud navío} \quad \quad \quad = 57^{\circ} 35' \text{ W} \\ \hline \text{Diferencia en longitud} \quad = 17^{\circ} 57' = 1^{\text{h}} 11^{\text{m}},8 \end{array}$$

Entrando con $35^{\circ} 14'$ como latitud, $41^{\circ} 38'$ como declinación y $1^{\text{h}} 11^{\text{m}},8$ como ángulo horario, hallamos en la tabla el azimutes 60° . De aquí:

$$66^{\circ} - 60^{\circ} = 6^{\circ}$$

corrección positiva por las mismas razones expuestas anteriormente; aplicándole entonces a la marcación recibida de Cabo Hatteras tendremos:

$$66^{\circ} + 6^{\circ} = 72^{\circ}$$

cruzando en la carta las dos marcaciones ya corregidas $112^{\circ} 22'$ y 72° obtendremos la posición N' del navío ya exacta. (Fig. 5.)

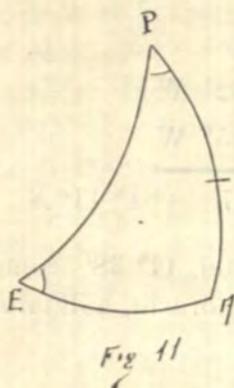
En el caso en que no sea considerada suficiente la posición así determinada, podremos con las coordenadas de N' repetir el cálculo y naturalmente el grado de aproximación será mayor. Para las necesidades de la navegación no es necesario esa repetición.

Tenemos otro medio de determinar la recta de marcación correcta, por el cálculo de los puntos en que el arco del círculo máximo corta a los meridianos entre los cuales está comprendida la latitud del navío; como la

diferencia es pequeña en ese trecho, el arco de círculo máximo puede ser sustituido por la loxodrómica, esto es, en la carta, por una línea recta.

La simple resolución de un triángulo esférico nos proporciona el elemento latitud de los puntos en que el arco de círculo máximo que pasa por la estación y por el navío corta a determinado meridiano. Estos meridianos son aquellos de longitud entre las cuales está comprendida la del navío.

Sea el triángulo PEA, en que P es el polo, E la estación, y A el punto en que el arco de círculo máximo corta al meridiano (fig. 11); busquemos la latitud de A.



La Trigonometría Esférica nos da la fórmula

$$\cotg \text{ lat } A = \frac{\cotg \text{ lat } E \cos \phi}{\cos (P - \phi)}$$

siendo ϕ el ángulo auxiliar dado por la expresión:

$$\cotg \phi = \text{sen lat } E \text{ tg } PEA.$$

Veamos un ejemplo:

Ejemplo.—Un navío recibió dos marcaciones simultáneas de Bar Harbour 118° y de Cabo Hatteras $74^\circ 30'$.

Trazando sobre la carta las dos marcaciones recibidas tendremos para coordenadas del navío: latitud $39^\circ 37' N$ y longitud $56^\circ 25' W$; calculemos las latitudes de los puntos en que los arcos de círculo máximo que pasan por el navío cortan a los meridianos de 54° y 56° .

Las fórmulas anteriores nos dan para las intersecciones (n, n_1 , fig. 5.)

$$\text{lat} = 38^\circ 34' 35'' \text{ N} \quad \text{lat} = 37^\circ 24' 04'' \text{ N}$$

$$\text{long} = 56^\circ \text{ W} \quad \text{long} = 54^\circ \text{ W}$$

para el arco que pasa por Bar Harbour.

y (n_2, n_3 , fig. 5.)

$$\text{lat} = 37^\circ 55' 30'' \text{ N} \quad \text{lat} = 38^\circ 00' 47'' \text{ N}$$

$$\text{long} = 56^\circ \text{ W} \quad \text{long} = 54^\circ \text{ W}$$

para el que pasa por Cabo Hatteras.

Uniendo los dos primeros puntos y los dos últimos, las rectas resultantes se cruzarán; el punto de cruce es la posición del navío, N_1' .

Estudiemos ahora el segundo modo de resolver el problema: *empleando las cartas gnomónicas*. Sabemos que las cartas gnomónicas son las construídas con un sistema de proyección perspectiva centrográfica, esto es, suponiendo que el punto de vista es el centro de la tierra y el plano de proyección es un plano tangente a ella en un punto medio de la superficie a representar; cuando esta proyección es aplicada a las cartas de navegación se toma el plano tangente a un punto del ecuador o del polo, Síguese de ahí que el ecuador y los meridianos y cualquier arco de círculo máximo son líneas rectas, mientras que los paralelos son curvas con la convexidad hacia el ecuador.

Es claro, pues, que habiendo obtenido el navío dos direcciones por la radiogoniometría, basta trazar en la carta gnomónica, y tomar las coordenadas del punto de intersección; esta será la posición en que se halla el navío.

Combinación de la Radiogoniometría con la recta de altura.

Dijimos al comienzo de este trabajo que una de las ventajas de la radiogoniometría, era que el navegante, habiendo obtenido una recta de altura, por una rápida observación, podría determinar, de modo suficientemente aproximado, su posición si tuviese una dirección proporcionada por la radiogoniometría.

El estudio que hicimos nos muestra que el radiogoniómetro nos proporciona una recta de posición, puesto que la dirección de la marcación no es sinó esto; en estas condiciones no presenta dificultad alguna la solución del problema de combinar las dos.

En el caso del navío a grande distancia, el proceso a seguir es el siguiente: trázase la recta de posición y tírase por la estación marcada la recta radiogoniométrica; obtiéndose así un primer punto aproximado; con sus coordenadas calcúlase la corrección que se debe hacer a la marcación radiogoniométrica, la cual aplicada convenientemente dará la dirección de la marcación, corregida del error debido a la curvatura de la tierra.

La intersección de esta segunda recta radiogoniométrica con la recta de altura dará la posición exacta del navío.

Conclusión.

El estudio que acabamos de hacer demuestra la importancia de los radiogoniómetros y muestra que los servicios que ellos prestaron durante la última guerra, y los que prestan actualmente a la navegación, son de alto valor.

Tenemos vivas esperanzas de que como Francia, Inglaterra y Estados Unidos, todos los países de costas marítimas procurarán establecer y desarrollar servicio de tal importancia, instalando estaciones radiogoniométricas y radiofaros.



Importancia de la divisa "Mihi Cura Futuri" adoptada por la Escuela Naval del Perú

"La visión que glorifiquéis en vuestra mente, el ideal que entronicéis en vuestro corazón, será el fundamento de vuestra vida y la esencia de vuestra individualidad".

Jaime Allen

Como una consecuencia lógica de los desastres producidos por la última conflagración cuyas calamidades ha soportado y aún soporta la Humanidad entera, los hombres de ciencia, los políticos, en general todos los que a cargo tienen la dirección de cualquiera entidad colectiva, han llegado a la conclusión de la necesidad de que los hombres despierten e intensifiquen dentro de sí mismos, esa propiedad excelsa que se llama la *fortaleza de espíritu* y al tratarse de nosotros, el *espíritu militar*.

Impulsados, pues, por este sano anhelo, es como hoy también, la Dirección de esta Escuela, ha propuesto a la consideración de los Jefes, Oficiales y Cadetes, la necesidad de adoptar una divisa que siendo, a la vez el símbolo sagrado de nuestras aspiraciones,

Consecuentemente con estos principios, en los que está basado todo ideal de progreso, un notable escritor americano Mr. Orison Swett Marden en una de sus últimas obras expresa:

“El éxito es proporcional a la perseverancia en la antevisión y a la firmeza del propósito. Fácil fuera medir psicológicamente la potencia anímica de un hombre con solo determinar el punto en que desiste de un intento y renuncia a proseguir su empresa.

“Únicamente vence el que sin desmayo persevera en marchar en derechura hacia su ideal, por muy densas nubes que le eclipsen y formidables obstáculos que le intercepten. Siempre sigue adelante como siguió Colón, cuando a pesar del motín de sus marineros que amenazaban con echarlo por la borda y virar por redondo hacia Palos, anotaba en su cuaderno de viaje: “Hoy hemos navegado tantas millas a Occidente porque este es nuestro rumbo.” Tal era su cotidiana ocupación, porque su propósito inquebrantable consistía en navegar siempre a Occidente.”

Así como este ejemplo, mil hechos más se podrían sacar de la Historia, fuente de los más grandes triunfos y también de las más grandes desventuras; hechos todos que contribuyen a demostrarnos, las inmensas ventajas que reporta la tenacidad, en todos los actos de la vida. Durante la guerra Anglo-Holandesa (1665-667) admiramos el extraordinario tesón de Monk y De Ruyter, la firme resolución de Berkeley. Durante el bloqueo de la bahía de Mobile la firmeza de Farragut, y sin ir tan lejos ¿En las brillantes páginas de nuestra historia, no tenemos sublimes ejemplos de tenacidad, abnegación, denuedo y patriotismo? Grau y sus valientes compañeros con su constancia en la lucha, que solo la muerte logra

mitigar, ¿No nos marcaron el rumbo que debían tener nuestras acciones? Bolognesi en el legendario Morro ¿No nos dejó con su sangre escritas aquellas mágicas palabras de: "lucharemos hasta quemar el último cartucho"?

Qué mejor ejemplo para las generaciones de hoy, para nosotros, los herederos de su gloria inmortal, suficientemente grande para eclipsar la terrible derrota que nos deparó el destino.

Debe pues nuestra divisa, animarnos constantemente, darnos una fé ciega en los días que vendrán, para poder realizar la obra que hoy en esta Escuela comenzamos. Debe reconfortarnos en todos los momentos de nuestra vida, tanto en aquellos en que con mayor entusiasmo trabajamos, como en aquellos otros momentos en que nos sintámos fatigados o tropecemos con algún obstáculo, de esos que se oponen aún a la realización de los más sanos principios. Bien sabido es cómo los propósitos humanos están subordinados a las imposiciones del destino; pero no por que pensemos o por que veamos que tal o cual cosa suceda, debemos abandonarnos por completo a que el destino las resuelva. Nó, nuestro deber es afrontar siempre las circunstancias, y si tenemos fracasos, que ellos nos sirvan de estímulo, acrecentando nuestra fé en el porvenir, en que nuestros ideales vendrán tal y cual nosotros los preparamos para que vengan. No porque una entremetida nube, impida por un momento que el sol nos ilumine, éste por su parte va a perder en lo más mínimo algo de su brillo, de su majestad. La nube al fin y al cabo pasará, y el sol continuará brillando.

“Aprendamos a convertir desilusiones en tropas de amigos misteriosos y fieles, en consejeros incorrup-

tibles. Si una de ellas más cruel que las demás, nos abate un instante no nos digamos sollozando: La vida no es tan hermosa como nuestro sueño; digamos: algo faltaba a mis sueños puesto que no han sido aprobados por la vida. En suma, todas las fuerzas tan ponderadas en las almas fuertes no están hechas sino de disilusiones que no se han acogido como deben acogerse. Cada decepción, cada esperanza anoniada, añade cierto peso, al peso de tu voluntad y cuantas más disilusiones caigan en torno tuyo, más noblemente, más seguramente aparece la realidad, como el sol se percibe más claramente entre las ramas despojadas del bosque de invierno". (M. Maeterlink).

"**Mihi Cura Futuri**" nos indica también, que lucharemos por nuestro ideal mediante el ejemplo. La importancia de nuestra divisa bajo este punto de vista podemos apreciarla, recordando lo que sobre el ejemplo, escribiera no ha mucho en la Revista de Marina del Perú el Capitán de Navío E. Saldías en sus estudios sobre la Educación Militar y Disciplina del Marino.

"Ninguna enseñanza tiene poder sino está basada en el ejemplo; si el que elocuentemente lo predica no se erige y manifiesta como verdadero apóstol de sus doctrinas. Nada hay que subleve más los ánimos como el espectáculo de un Jefe que convertido en púlpito que habla, induce a rectitud en el servicio, aunque reservándose siempre faltar a él, cada vez que se le presenta la ocasión de su cumplimiento. La frase muy conocida de *has lo que yo digo y no lo que yo hago*, es una fórmula cómoda para los inconscientes y los débiles, pero en el fondo es absurda y funesta".

Si queremos preparar el Futuro, es el camino del ejemplo el que mejor nos conducirá a la cima de nues-

tras aspiraciones. La "preparación" es un estado de la vida de los pueblos, que la naturaleza sólo otorga al que con su esfuerzo laborioso paga su justipreciado costo.

Nuestra divisa pues, aparte que acrecienta nuestro carácter, levanta nuestro espíritu haciendo nacer dentro de nosotros mismos, el altivo orgullo de sentirnos preparadores de nuestra suerte futura.

Y con todo cuanto he expresado, llego por fin a la parte más importante de este ensayo de estudio sobre nuestra divisa, porque a mi manera de ver, al ser la que es, la divisa adoptada por esta Escuela, en donde al calor de los más sanos principios, se forma el espíritu del futuro oficial de marina, en donde por los conocimientos que se le inculcan, se le hace apto para la defensa de la Patria, más que la expresión general de "Yo preparo el Futuro" nuestra divisa puede sintetizarse en las siguientes palabras: "Yo me preparo para la guerra".

Y al estudiar bajo este punto de vista nuestra divisa es necesario que nos demos cuenta de las ventajas que reporta una buena preparación. Ya don Miguel Unamuno, ha planteado la sentencia para los pueblos, cuyos hombres no saben mirar ni orientar sus sagrados destinos. "¡Ah! del Pueblo—dice—que amurallándose, encerrándose dentro de espirituales murallas chinescas, fragua su cultura mirándose al ombligo y cree que su misión es hacer que los otros pueblos, piensen y sientan y vivan como él".

Entre las múltiples ventajas que reporta una buena preparación hay una que sobresale por los beneficios que nos inspira: la "paz".

Luego si queremos legar a las generaciones veni-

deros, una era de paz y de progreso no tenemos más que seguir nuestra divisa; ella nos ilumina el camino para que nuestros pasos sean certeros; ella nos traza la derrota con tres simbólicas, palabras; ella por último nos dice que sólo siendo fuertes nos haremos acreedores a una paz duradera. El expresidente Poincaré, de la gran República Francesa en su mensaje del 20 de febrero de 1913 dice: "La paz no se decreta, por la voluntad de una sola potencia..... No es posible ser eficazmente pacífico sino a condición de hallarse siempre preparado para la guerra". He aquí como el eminente político francés interpretó el sublime adagio que la antigüedad nos legara "Si vis pacem para bellum", que quiere decir: "Si quieres paz, prepárate para la guerra".

Preparémonos pues, teniendo en cuenta la ruda labor que nos espera. En la actualidad, las transformaciones sufridas en el arte de la guerra, son tantas y tan variadas que ha cambiado por completo el aspecto y la manera de llevarse a cabo que antes tuvo, y hoy más que nunca, son aplicables las palabras del Mariscal Marmont, que decía: "Si los más grandes capitanes de la antigüedad Alejandro, Anibal, César, volviendo a la vida, fuesen llevados a un campo de batalla, no comprenderían nada a pesar de su genio, y tendrían necesidad de más de una campaña para abrazar completamente el mecanismo del oficio, las consecuencias de nuestras instituciones y de las armas nuevas".

Las guerras contemporáneas representan la lucha de las inteligencias, de las energías nacionales, y ellas no son frutos de un instante. Es necesario prepararlas con mucha anticipación. La labor hu-

mana se llava a cabo tal y cual la razón humana la prepara.

Preparémonos para ese algo inevitable que llamamos la guerra; reconozcamos en ella su necesidad, aceptándola ya que tal es nuestro fin; ya sea "como un derecho divino" según la expresión de José de Maistre, o como la llamó Renán: "Como un derecho de progreso".

Verdad es también que la guerra trae consigo múltiples desgracias que todo lo arrasa y todo lo destruye, "Su misma grandeza impone su decepción, puesto que si el fin de la guerra es asegurar la existencia y prosperidad del género humano los medios para lograrla son la destrucción y la muerte" (G. Anotaux).

Es esta la triste realidad de la guerra; pero nuestro deber es prepararnos para que no nos sorprenda; y más todavía, cuando sabemos que el hombre se mantiene sobre la tierra por el esfuerzo y por la lucha, y que para desterrar la guerra sería necesario destruir primero a los hombres. Es por esto que el célebre pacifista Voltaire, no pudo menos que expresar: "La guerra se impone como una calamidad inevitable". Y pues si la guerra se impone, preparemos el Futuro para que cuando llegue, sepamos defendernos como nuestros antepasados. Preparémonos, que la guerra supone siempre una gran preparación tanto intelectual, como moral y material. Esforcémonos en lograrla, que ella será la mejor prueba de nuestro resurgimiento, trabajando mediante una organización que nos asegure el futuro. ¿Y cómo lograremos nosotros esa organización? He aquí la pregunta que cabe hacérseme, y creo poderla res-

ponder de esta manera: "Miremos nuestro pasado, analicémoslo y del él deduzcamos una fórmula de vida que orienten nuestros actos en el porvenir". ¿Y cuál será ésta fórmula? Creo que la hemos encontrado y es ya hoy la voz de la Escuela Naval del Perú:

"Mihí Cura Futuri"

CARLOS ADOLFO DE LA JARA

Cadete del 50. año



Notas Profesionales

Cumpliendo el tratado (Estados Unidos).—Con este título el *Scientific American* publica el siguiente interesante artículo:

“El desguazamiento de las unidades americanas de gran tonelaje, cuyos límites son desde el pequeño submarino *A-1 Plunger* y el monitor *Monterrey*, construídos el 87, al *predreadnought* tipo *Maine*, que se lleva a cabo en Filadelfia, es no sólo el nacimiento de una nueva industria en el país, sino que marca la destrucción de un tonelaje naval mayor que el de Italia al principio de la guerra mundial.

Aunque por el tratado estén los americanos comprometidos a destruir una gran parte de su fuerza naval y aunque las poderosas antorchas de acetileno corten fácilmente desde la coraza de 30 centímetros hasta el débil casco del submarino, no podrá borrar de los anales de su Marina el papel que estos cascos, en condena hoy, jugaron desde que empezaron a prestar servicio.

El monitor *Monterrey*, con sus hermanos *Ozark* y el *Tonopak*, fueron durante los años 90 poderosos buques. Ediciones modernas del monitor de Ericsson, que surgió durante la guerra civil, representaban las ideas entonces rejuanentes, las que basaban la defensa del país en buques de poca borda, no de alta mar, y artillados con potentes cañones, ellos representaban el último perfeccionamiento del monitor Ericsson.

El destroyer *Stewart*, que va a ser convertido en buque guardacostas para el mar Caribe, fué construído hace veinte años, y no

obstante, pudo hundir un submarino alemán que atacaba un convoy por él conducido, concediéndosele preciada condecoración de guerra.

El pequeño submarino *A-1 Plunger*, con sus motores de gasolina, un solo tubo lanzatorpedos y ocho hombres de dotación, fué el abuelo del hoy moderno submarino.

Construido por S. P. Holland, sus primeras pruebas resultaron tan ridículas como las de Fulton, verificadas en el río Hudson, y no obstante, los principios básicos son los mismos que los desarrollados en el *S-41* veinticinco años más tarde.

La limitación de los armamentos navales construídos y en construcción según el Tratado de Washington, y que reduce la cifra de 1.370.000 toneladas a la de 525.000, ha dado origen a la nueva industria de la *chatarra*, que arroja al mercado para su venta 845.000 toneladas de buques construídos y en construcción.

Entre las unidades ya dispuestas para su destrucción fondeadas a lo largo del muelle de 300 metros de los astilleros Hitner se encuentran el *Wisconsin*, *Missouri* y *Maine*; los cruceros *Columbia*, *Raleigh* y *Detroit* y los destroyers *Steward. Peny*, *Bambridge*, *Bany*, *Dale*, *Paul Jones*, *Hull*, *Lawrence*, *Preble*, *Smith* y *Decatur*.

Los monitores son el *Tonopah*, *Monterrey*, *Ozark*, *Canonicus*, *Manhattan*, *Mahopac*, *Catskill*, *Sason*, *Aiaz*, *Nahaut*, *Miantonomah* y *Puritan*.

Además de estos, hay también varios cazasubmarinos, minadores, submarinos y dos viejos transportes de tropas inglesas, el *Malabar* y *Hotspur*, que están en los mismos diques en que fueron deguazados el *Columbia*, defensor de la copa internacional, y el *Franklin*, insignia que fué del almirante del mismo nombre.

En el desguace de estos barcos trabajan equipos especiales y se han proyectado e instalado potentes llamas de acetileno y también de arco. Tomémos el *Maine* como ejemplo del método seguido para deguazar los que hasta la fecha han sido poderosas unidades de la flota del Atlántico.

La primera operación a seguir es cortar las planchas del blindaje en piezas, cuyo peso oscila entre 25 y 40 toneladas; después se tienden horizontalmente en el astillero, donde con la llama de acetileno se cortan en piezas de 60 por 150 centímetros, dimensiones que permiten su fácil manejo, así como la entrada en los altos

hornos. La preciosa aleación de acero níquel es muy codiciada, sobre todo por la industria de automóviles.

Después se empieza a desguzar el centro nervioso del buque, maquinaria de las torres, ascensores de municiones, sistemas de refrigeración y demás mecanismos, que se rompen en piezas fácilmente manejables para un obrero. Este material en su mayor parte se envía a pequeñas fundiciones, en las que, mezclado con mineral de hierro de bajo grado, reaparece después convertido en multitud de aparatos de aplicación a la agricultura.

Entre los productos más valiosos se encuentra la composición conocida por bronce del Almirantazgo, que encierra el 88 por 100 de cobre, 10 por 100 de estaño y 2 por 100 de cinc y que puede soportar una carga a la rotura por tensión de 40.000 libras por pulgada cuadrada.

Otro muy preciado "lote" es el cobre, el metal de cañón, el bronce manganeso, plomo y cinc, los que en sus diversas clases se funden en lingotes, que se venden a los dedicados al negocio del metal.

El aniquilamiento total no parece ser la suerte destinada a los antiguos buques. El casco de algunos, como el *Truston*, *Wornden* y *Whipple*, será convertido en transporte de frutas, pues dotados de nuevas máquinas y calderas de petróleo, las líneas finas de lo que fueron destroyers parecen indicados para obtener una mayor velocidad con la menor potencia de máquina. Esto hace innecesario dotarles de máquinas de refrigeración, necesaria en los buques de poca marcha. Son también económicos en el cabotaje, pues su calado es pequeño, y además son capaces de subir por ríos poco profundos en marea alta, haciendo innecesarios los grandes muelles de descarga.

Los que no se transforman, como los 50 destroyers adquiridos por la Hitner Co, son cortados por mecanismos de aire comprimido análogos a grandes tijeras de 10 toneladas, sistema coccodrilo, y los pedazos fundidos en hornos y convertidos en lingotes para trabajos industriales: rieles, planchas, etc.

Los viejos transportes de tropas inglesas constituyen un valioso lote de chatarra, pues su material, muy parecido y de la misma resistencia que el material naval, es fundido y, después de alguna preparación, convertido en estays de calderas y otras piezas que requieren material poco atacable por el óxido.

Lo que el Tratado nos ha dejado.—Lo que antecede da una idea quizás demasiado dramática de las bajas que en la Marina ha causado la limitación de armamentos; pero hay que recordar que la tijera también ha cortado en las flotas de Gran Bretaña y Japón, que han sido las dos naciones que indiscutiblemente se unieron a nosotros en la amigable discusión de los armamentos. El subsecretario de Marina, Roosevelt, ha explicado recientemente cómo se ha podido alcanzar con la reducción de armamentos una posición igual a la de la Gran Bretaña, cosa que hubiera sido imposible de seguir el sistema de la competencia. De haber continuado nuestro programa naval, la relación entre las Marinas hubiera sido la de 100: 106: 80, respectivamente, para América, Inglaterra y Japón, en tanto que con la limitación de armamentos la relación es de 100: 100: 60, alcanzándose con esta proporción un coste menor, tanto de la producción como del sostenimiento. Mr. Roosevelt añade que el costo de terminación del programa de 1916 hubiera ascendido a 200 millones de dólares por año y a otro tanto el sostenimiento.

El pueblo americano sabe que se hizo una propaganda activa con objeto de hacer fracasar el Tratado y continuar la política de desacuerdo y hostilidad con las demás potencias, propaganda que hubiera sido comprensible en el caso de tener como fin intereses y consideraciones patrióticas, aun cuando fuera equivocada en cuanto a los resultados demostrados, como Roosevelt ha probado. Tal como se hizo era antipatriótica, destructora y altamente reprehensible.

Nuestro rango naval no sólo ha sido asegurado por un solemne Tratado, sino que el análisis de la potencia acorazada entre las dos naciones que ocupan el primer puesto, Inglaterra y los Estados Unidos, demuestra que es igual en cuanto al material y aun quizás consideren los expertos navales mejor la nuestra que la inglesa. Enfrente de nuestros tres acorazados de 32.600 toneladas del tipo *Maryland* los ingleses no pueden oponer sino los dos de 35.000, cuyos planos aún no están completos y cuyo alistamiento durará tres años. Frente a los tres barcos citados y los siete del tipo *California* y *Pensilvania*, de 31.400 a 32.300, artillados con 12 cañones de 35 centímetros, y los cuatro buques del tipo *Oklahoma* y *Texas*, de 27.500 y 27.000, cada uno con 10 cañones de 35 centímetros, puede oponer Inglaterra 10 buques,

cuyos tonelajes oscilan entre 28.925 y 26.600, llevando cada uno ocho cañones de 37 centímetros, y cuatro buques del tipo *Benbow*, de 25.850, artillados con 10 cañones de 34 centímetros. Los anteriores buques disponen de una andanada de 658.400 toneladas-pies de energía, en tanto que los *California* y *Pensilvania* cuentan con una de 914.160 toneladas-pies y 787.272 toneladas-pies, respectivamente.

Los tiros que hacen blanco son sólo los que valen. Así que 12 cañones de 35 centímetros del *California* disparando un 50 por 100 de proyectiles más en el mismo tiempo que los ocho cañones de 37,5 del tipo *Royal Sovereign* puede asegurar, a igualdad de artilleros el 50 por 100 más de blancos que éste.

Día Naval.—El Gobierno de los Estados Unidos, sintiendo que la nación debía un homenaje a la Marina y con el objeto de que el pueblo pensase en la labor de la Armada, no solo por la efectuada en tiempo de guerra, sino por su misión en tiempo de paz, decidió declarar un día del año fiesta nacional y llamarle Día naval.

Ese día ha sido, y será en lo sucesivo, el 27 de Octubre, fecha del nacimiento del presidente Roosevelt, proposición hecha por la Liga Naval de los Estados Unidos y que tuvo entusiasta acogida en el Departamento de Marina.

La idea fué llevada a la práctica y el 17 del próximo pasado Octubre celebró los Estados Unidos su Día naval, enviando los barcos a la costa y abriendo éstos sus portalones al pueblo para que los visitase. La mayor parte de la Flota de hallaba en el río Norte, en Nueva York, y de día y de noche hubo fiestas a bordo; por el día lucían los barcos sus empavesados y por la noche brillan iluminados fantásticamente.

En Wáshington, Nueva York y en todos los pueblos importantes de los Estados Unidos los oradores más significados y elocuentes pronunciaron discursos enalteciendo la Marina, y dirigibles y aeroplanos en formación, cubriendo extenso espacio de cielo, volaron sobre los puertos de las costas de Atlántico, Pacífico y las grandes ciudades del interior.—(De la *Revista General de Marina*).

La odisea de un submarino (Francia).—El submarino *Rolland Morillot* salió el día 20 de Octubre de Lorient para Calais en unión

del submarino *Clorinde*, y durante la noche, a causa del mal tiempo, se perdieron de vista uno a otro a la altura de la isla de Sein. El 21 por la mañana pudo el *Clorinde*, a pesar de la mar gruesa, ganar el canal del Horno, entre Finisterre y Ouessant, y entrar en Brest, cosa que el *Rolland Morillot* no pudo conseguir. Fué visto por el destroyer *Pierre Durand* el día 21 por la mañana, navegando con mar gruesa y arrumbado al Nordeste en el canal del Horno; pero no hizo aquel señal ni manifestación alguna que revelase se hallaba en mala situación. Se le enviaron partes por telegrafía sin hilos durante tres días, sin obtener respuesta, y nada se supo del submarino hasta el día 24 por la mañana, que se tuvo noticias en el Ministerio de Marina de que el *Rolland Morillot* se había encontrado entre dos aguas en la costa occidental de Guernesey, sin gente alguna a bordo.

El *Rolland Morillot* estuvo durante cuatro días aboyado, navegando a la deriva, a merced de la mar gruesa y de las corrientes, por tener averiados los motores, telegrafía sin hilos y giroscópica, con vía de agua que producía en el barco una inclinación de 45°. En tales condiciones se hallaba el submarino el 23 por la mañana, a ocho millas de cabo la Hague y arrollado por una marejada gruesa, que impedía fuese visto por los barcos que pasaban por aquellos parajes, que figuran en la derrota de los grandes trasatlánticos. Así los tripulantes del submarino vieron pasar, con la angustia consiguiente, al *President Roosevelt*, procedente de Nueva York, y que se dirigía a Cheburgo, el cual no oyó los cañonazos que el *Rolland Morillot* disparaba pidiendo auxilio, o que tal vez supuso se trataba de un ejercicio de tiro; cerca del submarino pasó un velero noruego, que no comprendió las señales que aquél le hacía pidiéndole comunicase a Cheburgo la desesperada situación en que se hallaba, y, por último, el vapor francés *Daphné*, del puerto de Caen, apercibió las señales del submarino y maniobró para aproximarse a éste lo más posible, maniobra muy difícil a causa de la mucha mar. El capitán del *Daphné* organizó con toda rapidez el salvamento, echando al agua dos botes provistos de salvavidas. La faena fué épica, según comentan las revistas y periódicos; pero se salvaron todos.

El 24 por la tarde el torpedero *Opiniatre* tomó a remolque al submarino, que fué encontrado a seis millas al sudoeste de las piedras Hanois, en la extremidad oeste de la isla de Guernesey.

El submarino reparó la vía de agua en el puerto de esta isla para continuar remolcado a Cherburgo.

El *Rolland Morillot* desplaza 267 toneladas; lo mandaba un teniente de navío, que tenía a sus órdenes dos oficiales y 22 hombres. Perteneció a los alemanes con el nombre de *U. B. 26* y operó en los primeros días de la guerra a la altura del Havre, echando a pique al *Au Revoir*, de Boulogne; al velero *Silius*, al trasatlántico *Louisiane* y a los vapores de carga *Kanin* y *Kenwin Bank*. El 5 de Abril de 1916 fué cercado por 30 buques patrulla a la altura de El Havre en el momento que torpedeaba al *Gobernador*; intentó escapar y se metió en la red de torpedos que protegía la costa, donde fué hundido por la propia dotación para evitar ser apresado. Más tarde fué puesto a flote y reparado en El Havre, rebautizándolo con el nombre de *Rolland Morillot* en memoria del comandante del submarino *Monge*, que en Diciembre de 1915 fué abordado durante la noche por un crucero austriaco e hizo hundir su barco para no caer prisionero.

Los nuevos acorazados (Inglaterra).—Del *Naval and Military Record* tomamos la siguiente información:

“Aunque se espera que las proposiciones para los contratos de construcción de los acorazados sean muchas y haya verdadera lucha para la adjudicación, parece ser que las casas que tendrán más probabilidades de éxito son aquellas que sufrieron por la cancelación de la orden de construcción de los cuatro acorazados hace un año.

De acuerdo con este plan, Jhon Brown and C^o, de Clydebank, construirá el casco del primer buque, y la casa Swan, Hunter & Wigham Richardson, del Tyne, el otro, siendo suministrada la maquinaria por Parsons Steam Turbine C^o.

Los contratos de armamento darán trabajo a varias factorías y esperan beneficiarse con él el arsenal de Woolwich, Elswick y Sheffield. Además de casco, maquinaria y armamento, necesitará cada barco innumerables artículos para sus cargos, en cuya manufactura tendrán trabajo gran cantidad de obreros en muchas partes del país.

Por regla general, el 70 por 100 del coste total de un buque de guerra moderno se emplea en pago de jornales, y puesto que el presupuesto del Almirantazgo de Julio último era para los dos

nuevos acorazados, a los precios corrientes, unos 6.500.000 libras cada uno, que, incluyendo accesorios, reservas y respetos a bordo y en tierra, llegará a 8.000.000 de libras por buque, puede calcularse que los jornales que en los tres años venideros se pagarán en el país sumarán alrededor de 11.000.000 de libras. Ocho millones de libras esterlinas es un precio elevado para un barco de 35.000 toneladas, sobre todo teniendo en cuenta que el *Hood*, con 6.000 toneladas más costó dos millones de libras menos, o, para ser exactos, 6.025.000 libras lo que resulta a 145 libras por tonelada.

El aumento de coste de los nuevos buques es, sin duda, debido en gran parte a mejoras en el casco y coraza, sugeridas por la experiencia de la guerra, siendo la coraza principalmente costosa.

Llevarán también una batería más pesada que la del *Hood*, probablemente por el calibre y el número de piezas.

Como acorazados, su velocidad será menor, aunque no será inferior a las de los barcos extranjeros del mismo tiempo. Combinar un armamento principal de 40 centímetros con coraza gruesa y extensa y un sistema de subdivisión del casco para reducir al mínimo el daño bajo la flotación en un casco de 35.000 toneladas de desplazamiento debe haber sido problema de gran dificultad y sería interesante ver como lo han solucionado los constructores del Almirantazgo. Se confía que el proyecto dará resultados completamente satisfactorios.

Un buque de guerra es necesariamente un *compromiso*, y especialmente en estos días, en que las exigencias de los tácticos navales para la potencia ofensiva y defensiva obligarían a sobrepasar con mucho los límites permitidos del desplazamiento.

Aun en el *Hood*, que desplazaba unas 14.000 toneladas más que sus antecesores, hay ciertas características que han sido criticadas, como, por ejemplo, la relación relativamente pequeña entre la potencia artillera y el desplazamiento y la falta de protección del armamento auxiliar.

Al proyectar los acorazados después de la Conferencia, los constructores ingleses, sin embargo han tenido la ventaja de saber que la competencia internacional ha cesado al menos por diez años, lo que permite que los nuevos buques sean tan poderosos como tolere la limitación de su tamaño y, por lo tanto, tan poderosos como cualquier unidad a flote durante dichos diez años.

Antes era muy diferente, porque un barco nuevo podía quedar inmediatamente anticuado por los proyectos extranjeros, y por ello era preciso darles un margen de superioridad sobre los tipos existentes. Los acorazados más formidables hoy en servicio son los americanos tipo *Maryland* de 32.600 toneladas, y los japoneses tipo *Nagato*, de 33.800 toneladas.

Gracias al mayor desplazamiento y a su disposición, los constructores ingleses probablemente habrán podido proyectar un acorazado notablemente superior a cualquiera de estos extranjeros".

El cuartel-escuela o depósito de marinería del departamento de Kure (Japón).— Forma parte de las edificaciones que componen la población militar de Kure, capital del departamento marítimo que lleva su nombre y que es el primero de los cuatro en que el Imperio se halla dividido.

Dicho cuartel, formado por pabellones que abarcan un extenso recinto, se halla no lejos de la Capitanía general y oficinas del Estado Mayor.

Tiene por objeto el establecimiento alojar la marinería que constituye las fuerzas de depósito para las eventualidades de buques y servicios, y sobre todo el que en dicho cuartel reciban los individuos de nuevo ingreso la instrucción militar, moral y técnica que, con carácter general y *práctico*, necesitan para el desempeño de sus principales cometidos a bordo de los barcos de guerra. Al propio tiempo esa instrucción se mantiene y conserva en debido grado para todo el personal que por el cuartel pasa o hace estancia con motivo de las eventualidades del servicio de que antes hablamos.

Se trata por consiguiente, y ese es su aspecto más interesante, de un verdadero cuartel escuela.

Al frente del establecimiento, y como jefe superior y que dirige la instrucción, se encuentra un contralmirante.

Este tiene a sus órdenes inmediatas a un capitán de navío y a otro jefe, que de él personal y directamente depende; una especie de ayudante mayor del cuartel.

El capitán de navío ejerce el mando local y militar de modo directo y al detalle de todo el personal y del establecimiento, siendo, por tanto, análogo el cargo al de comandante de buque dentro de una escuadra o división y con respeto al almirante que la mande.

El personal de jefes y oficiales, profesores comprendidos, es de unos 40.

Entre los jefes figura un capitán de fragata del Cuerpo de Maquinistas, lo cual demuestra la importancia que tiene y se concede a la instrucción para servicio tan esencial como los de máquinas y calderas que allí recibe la marinería, que después en los buques ha de manejarlas. El mes de Marzo del año actual había en el cuartel unos 40.000 hombres.

Los marineros de nuevo ingreso, recibiendo educación e instrucción, permanecen en este cuartel-escuela cinco meses, desde Diciembre hasta Mayo.

Aparte de la educación e instrucción militar y marinera, las dos ramas sobre que se proporciona enseñanza profesional son artillería, máquinas y calderas. Ambas con carácter *práctico* y el teórico sólo indispensable, ya que los grados superiores de esa instrucción se facilitan en las escuelas respectivas de Yokosuka. De éste y de todos los cuarteles-escuelas salen buenos *servientes de pieza* y buenos *paleros y engrasadores*.

Las instalaciones para enseñanza práctica de los correspondientes cometidos de artillería y fogonero, aunque en menor escala, cual cumple a su carácter más elemental, son soberbias miniaturas de los de las escuelas mencionadas, superiores y especiales, del departamento de Yokosuka.

Se dispone de un torpedero (que se halla en plena explanada del establecimiento) no moderno y de escaso tonelaje, cortado por las secciones más interesantes de máquinas y calderas con objeto de que sirva de instrucción al personal que se prepara para desempeñar el cometido de fogonero.

Para *ejercicios de señales* hay grandes palos o mástiles con emplazamientos lo suficiente alejados los unos de los otros, y aprovechando lo amplio de las explanadas, para que sean eficaces al obligar a distinguir la visibilidad de las banderas y sus combinaciones a distancia próxima de las reales en navegación y combate.

Dichos mástiles guarnidos sus telégrafos de banderas correspondientes y las drizas amarran en una especie de tales *propaos* o cabilleros.

Incesantemente se practica esta instrucción.

Además de campos para los ejercicios militares existen campos de *tennis* y otros deportes. Cuenta la escuela con salas de esgrima, *jiu jitsu*, etc.



Crónica Nacional

Regreso del Director de la Escuela Naval del Perú

El día 6 de Noviembre, llegó al Callao, el Director de la Escuela Naval del Perú, cumplida ya la licencia que el gobierno le concediera, Capitán de Navío Charles G. Davy, quien reasumió, al día siguiente las funciones de su cargo.

Escudo para la Escuela Naval del Perú

El día 16 de Noviembre, tuvo lugar en el local de la Escuela Naval, la ceremonia destinada a elegir un escudo para la misma; y al efecto, a la hora señalada por la Dirección, se reunieron en el patio de honor, los Sres. jefes, oficiales y cadetes del Instituto, procediéndose a verificar la elección en forma semejante a la que se observó cuando la elección de la divisa.

El escudo que resultó elegido por mayoría de votos, es de forma heráldica, en cuyo campo van: al centro el sol radiante; al centro encima del sol, un libro abierto y en los extremos inferiores, una hélice y un ancla, a la derecha e izquierda respectivamente. En la parte superior, fuera del escudo, propiamente dicho, vá la inscrip-

ción: ESCUELA NAVAL DEL PERU; y debajo en un dibujo apropiado, con los colores de la bandera nacional la divisa de la Escuela: **Mihi Cura Futuri.**

Debido a la falta de tiempo no ha sido posible publicar ahora el fotograbado de dicho escudo. Ello se hará en el próximo número.

Visitas

El 21 de Noviembre tuvo lugar la visita oficial a la Escuela Naval, realizada por la Misión Comercial japonesa, cuyos miembros quedaron gratamente impresionados del estado de presentación y adelanto del Instituto y fueron debidamente atendidos por el Sr. Director del Plantel.

Asimismo, a mediados de Diciembre último, recibió la Escuela Naval, la visita del Sr. Carlos Sánchez, coronel del Estado Mayor del ejército de Venezuela que por encargo de su gobierno realiza un viaje de estudio por las repúblicas sudamericanas.

También se retiró complacido de su visita y fué recibido con los honores correspondientes y atendido debidamente.

Premios deportivos

El día 23 de Diciembre, tuvo lugar la ceremonia de la entrega de los premios deportivos a los cadetes de la Escuela Naval, consistentes en una copa de plata denominada "Juan Salaverry"—obsequiada por el capitán del puerto del Callao—y un artístico tintero, ganados por los cadetes de la Escuela en los matchs de "base-ball" con los centros deportivos del Callao.

Esta ceremonia se realizó en el patio de honor en presencia de la plana mayor, cadetes y tripulación de la Escuela.

En dicho acto, el Sr. Director, Capitán de Navío Charles G. Davy, pronunció el siguiente discurso:

“Nos hemos reunido aquí por breves instantes, para expresar nuestra profunda satisfacción, por el año de excelentes hazañas atléticas, que ha llevado a cabo la Escuela Naval del Perú.

“Los sports, hacen mucho más que desarrollar el cuerpo: Desarrollan también el carácter y el dominio de sí mismo, de aquellos que los cultivan. Las naciones que han cultivado los sports atléticos y han dado a este factor la importancia que se merece, han sido naciones vigorosas, con altos ídeales de moral, y que han sabido combatir tenazmente por la protección de su territorio.

“Es innecesario llamarles la atención hacia el hecho de que las naciones llamadas hoy grandes potencias, son todas, intensamente atléticas.

“El atletismo, no se ejerce solamente en los años de escuela, sinó en todas las edades de la vida, tanto de los hombres como de las mujeres.

“A igualdad de otros factores como inteligencia, número y tipo de buques, recursos pecuniarios, etc., entre dos beligerantes, el triunfo será de aquel que haya dedicado mayor atención a la cultura física en su significado más amplio. ¿por qué? Porque éste tendrá más espíritu combativo y más perseverancia; porque no será dominado tan pronto por la fatiga; porque no se amilánará si las condiciones fueran adversas por cierto tiempo y porque los cuerpos fuertes y limpios, ejercitados por el sport siempre abrigan fuertes, limpios y valerosos espíritus.

“Los sports practicados en nombre de la Escuela como ustedes los han practicado, producen resultados mejores aún, que los que acabo de mencionar. Ellos

cultivan la cortesía y la caballerosidad en la competencia y la consideración hacia los demás en la lucha. Enseña además, la utilidad de la ayuda mutua, la equidad, la corrección y lo que es importantísimo el dominio de sí mismo.

“Un luchador debe tener dominio de sí mismo. Debe sobre todo ser capaz de usar su cerebro y usarlo rápidamente, en un momento apurado.

“La cólera y la excitación, nunca han ganado las batallas. Una convicción profunda y una imaginación tranquila, sí las ganan; siempre que todos empujemos y en la misma dirección, lo que inglés se llama “Team work.”

“Hago entrega formal a la Compañía de Cadetes de los trofeos que han sido la recompensa de sus espléndidos esfuerzos en el año deportivo que termina hoy.

“Estoy orgulloso del excelente trabajo del Departamento Ejecutivo y de la Compañía. Esto es solo un comienzo, es un trabajo patriótico, cuyo contagio, debe extenderse a todos los habitantes del país para su desarrollo y mejoramiento.

“El año entrante, será mejor que éste. Hemos sido los iniciadores y ahora sabemos el camino que se debe seguir.

“El año entrante, se apreciará más el espléndido espíritu de la Escuela y el desarrollo personal de ustedes.

“Lo que ustedes hacen en nombre de su Escuela, lo hacen por sus hogares y su patria. Háganlo con todas sus fuerzas y todas sus energías y cuando llegue la hora ustedes “tirarán derecho.”

Este discurso fué contestado, a nombre del Departamento Ejecutivo, por el Comandante Valdivia.

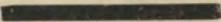


Necrologia

El día 3 de Noviembre, falleció en el Callao, el Teniente 1º de la Armada, Dn. Ernesto León que se encontraba en la situación de retiro.

El Teniente León concurrió a la batalla del 2 de Mayo de 1866 y asimismo tomó parte en las diversas acciones navales cuando la guerra de 1879.

La Revista de Marina cumple con hacer público su sentimiento por la pérdida del Teniente León y se asocia sinceramente al duelo de los suyos.





CONCURSO DE LA REVISTA DE MARINA

1923

De conformidad con lo anunciado en el número anterior de esta Revista, publicamos a continuación las bases para el próximo concurso que se cerrará en Julio de 1923:

Queda abierto un nuevo concurso, en el cual pueden tomar parte todos los Señores Jefes y Oficiales de la Armada Nacional, y que se realizará el 28 de Julio de 1923.

Al efecto, la Dirección de la Revista, ofrece los siguientes premios:

1er. Premio de Lp. 40.0.00 al mejor artículo que se haya publicado en la Revista hasta la fecha arriba indicada; 2º Premio de Lp. 20.0.00 al artículo que también se publique durante el plazo del concurso, y ocupe el 2º lugar, en orden de mérito.

En caso de que la Dirección de la Revista, considere que el mejor de los artículos publicados, no tiene mérito suficiente para otorgársele el primer premio, podrá otorgarle otra distinción y recompensa, si así lo determina. Este mismo acuerdo se puede aplicar al artículo que ocupe el 2º lugar.

No podrá otorgarse sino un solo premio al mismo concursante, aún cuando él haya enviado los dos mejores trabajos.

Todo concursante puede remitir para su publicación todos los artículos que desee.

Se aceptan artículos escritos por dos o más autores en colaboración y, en este caso, el premio que les tocara sería repartido por igual.

No se exige extensión limitada para los artículos pero si deben ser enviados por duplicado, escritos a máquina y firmados.

Los concursantes que deseen guardar el incógnito, aún cuando sus artículos sean publicados, pueden obtener esta concesión, indicando su deseo de que sus trabajos vayan firmados, al publicarse, únicamente con seudónimo.

Los artículos que merezcan ser publicados, lo serán en el orden en que se reciban en la Dirección de la Revista.

Aún cuando la Dirección de la Revista considere que algún artículo no debe publicarse por razones de orden militar, siempre entrará al concurso con los demás en igualdad de condiciones.

La Dirección de la Revista, desea especialmente que se discutan los artículos que se publiquen, y tendrá el placer de publicar las críticas.

Finalmente, la Revista, sugiere ciertos temas para el concurso, que son los que a continuación se expresan; pero advierte que los concursantes no están obligados a escribir necesariamente sobre dichos temas. Pueden escoger otros cualesquiera, de la profesión, en concepto de que no habrá preferencia alguna al realizarse el concurso.

Temas que sugiere la Revista

1. El oficial de marina y el ciudadano civil.
2. La relación entre la Escuela Naval y la Armada.
3. La política naval del Perú.
4. La organización de nuestras tripulaciones.
5. Una fuerza aérea naval.
6. El marino peruano y la organización social.
7. Moral con relación especial al personal peruano.
8. Carácter militar.
9. Servicio de comunicación para la Marina peruana.
10. Plan de un año de trabajo para la Armada.
11. Plan de trabajo para el Crucero de verano de los cadetes, durante los tres meses del viaje.
12. La importancia del conocimiento de las máquinas de a bordo para los oficiales de cubierta.
13. Un sistema nuevo de señales.
14. Aumento de haberes por tiempo de servicio.
15. Práctica de los guardiamarinas a bordo.
16. La necesidad de un astillero naval.
17. Cual es el mejor tipo de barco de sistema patrullero para los ríos peruanos.
18. Instrucción con armas menores y práctica del tiro.
19. Entrenamiento físico en la Marina.
20. Entrenamiento físico en la Escuela Naval del Perú.
21. La rutina diaria en el mar.
22. La rutina diaria en puerto.
23. ¿Quién debe ser el oficial de derrota?
24. ¿Quién debe ser el oficial artillero?
25. Organización de combate.

26. Cual debe ser la mejor clasificación en nuestro personal subalterno.
27. La importancia de la velocidad y radio de acción.
28. Cómo se formarán nuestros artilleros.
29. Cómo se formaran nuestros torpedistas.
30. El haber y tiempo de servicios de nuestros clases.
31. Un escritor experto en asuntos navales, ha manifestado esto: "Yo expreso como principio mas amplio que (excepción de los médicos y capellanes) todo oficial a bordo de un buque debería ser un verdadero oficial de marina y graduado en la Escuela Naval.
32. La mejor manera de desarrollar la aspiración e iniciativas de nuestras tripulaciones.
33. El departamento de higiene a bordo.
34. Condiciones físicas de los oficiales para el servicio de mar.
35. Comando.
36. Imperio sobre sí mismo.
37. El oficial y el caballero.
38. Cualidades para el comando.
39. Compases modernos.
40. Economía del combustible.
41. Depósito de artículos navales.
42. Nuestro sistema disciplinario.
43. Mejoras en nuestra correspondencia oficial.
44. Una escuadra con quemadores de petroleo.
45. Las relaciones mutuas entre artilleros y tácticos.
46. Entrenamiento moral de nuestros jóvenes oficiales.
47. El oficial de Detall a bordo.
48. El entrenamiento del personal conseripto para producir hombres de guerra modernos.

49. La producción de petróleo en el Perú.
 50. La producción del carbón del Perú.
 51. La mejor práctica moderna para el cuidado y conservación de las calderas.
 52. Tipo de racionamiento para la Armada.
 53. Las reparaciones de las máquinas a bordo.
 54. Diversiones y entretenimientos para el personal subalterno.
 55. Ideas sobre la "Fojas de Notas".
 56. Evaporación del agua.
 57. Conocimientos de electricidad para los oficiales de cubierta.
 58. Importancia de las señales.
 59. La radio-telegrafía.
 60. La fuerza de desembarco.
 61. Oficial radio-telegrafista.
-

Anales históricos de nuestra Armada



(Tomados de las Colecciones de "La Gaceta del Gobierno" y de "El Peruano", de las Colecciones de leyes y resoluciones supremas y ministeriales por Quirós y Oviedo y de los documentos inéditos del Archivo del Ministerio de Marina).

(Continuación)

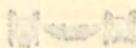


Anales históricos de nuestra

Armada

(Tomados de las Colecciones de "La Gaceta del Gobierno" y de "El Peruviano", de las Colecciones de leyes y resoluciones supremas y ministeriales por Quirós y Ovando y de los documentos inéditos del Archivo del Ministerio de Marina).

Continúa



dio de una capital, donde sabían que el gran secreto del patriotismo estaba confiado a todos sus habitantes, sin que hubiese peligro de que lo revelase uno solo, resolvieron evacuarla y dejar en libertad un pueblo, que era ya mas fácil reducir a escombros, que oprimir.

El Ejército Libertador entró en la Capital del Perú el 9 de Julio de 1821, y a su ingreso obtuvo un memorable triunfo, que el enemigo le había disputado con maligna astucia. El conocía, que no pudiendo rivalizar el corage de nuestros bravos, era preciso alarmar contra ellos la opinión, y hacer que los hombres pacíficos y honrados temiesen su presencia, como un escollo para sus derechos y para la moral pública. En medio del estremecimiento político que causó en Lima la impotente escena de ver salir a un ejército, para que entrase otro; los soldados de la libertad fueron como la luz del día, cuando viene a terminar una de aquellas noches tempestuosas, en que parece que el mundo va a precipitarse en el caos de donde salió. Ellos opusieron una barrera al desórden, aseguraron la tranquilidad pública y dieron un ejemplo sorprendente de moderación, de disciplina y de respeto hacia el pueblo, que cambió momentáneamente la opinión en favor de los libertadores. Al encontrar en su conducta el reverso del cuadro trazado por los enemigos, y lo que es más, el reverso que caracterizan a los españoles, nadie pudo dejar de ser justo, ya que no fuese agradecido, por que era natural comparar los males que todos temieron, con los bienes de reposo que cada uno disfrutaba.

La situación de esta capital exijía bien los miramientos con que fué tratada, no solo por las ideas de justicia que animaban a los libertadores, sino por el derecho que le daba su deplorable decadencia. El país estaba oprimido por el exceso de las contribuciones, y aun

mas agoviado por el peso enorme del desprecio que hacían sentir los españoles, no solo en los actos de administración, sino en los mas indiferentes de la sociedad, y hasta en el seno mismo de las mas tiernas y estrechas relaciones. El comercio gemía bajo el yugo del monopolio mas injusto y de las trabas mas ridículas, que han podido inventarse por los gobiernos que ignoran la ciencia económica. La administración de rentas era un caos que no convenía desenredar, por que de él resultaba la ventaja de oprimir mas al pueblo y de habituarlo a no pensar en su prosperidad. El sistema judicial se había convertido en un plan de agresión contra los derechos; ya no eran inexorables las leyes, sino los jueces que las aplicaban, y que solo mantenían aquel carácter contra los que habían tenido la suerte de ser americanos. En fin, a mas de estas calamidades que existían tiempo ha, diez años de guerra sostenida casi en todo el Continente por el Gobierno de Lima, a expensas de la sangre y recursos de sus habitantes, y diez meses de hostilidad y atrevidos amagos del Ejército Libertador para aislar al enemigo de todo recurso; habían puesto a esta Capital en el colmo de la angustia y de la necesidad, participando las demás provincias de los males afectos a esta incomunicación; todo presentaba un cuadro de dolor, de aniquilación y de desorden, hasta que evacuada esta capital por las tropas del Rey, cambió su destino, y la mano de la Libertad empezó a curar las heridas de que estaba cubierto el cuerpo político del Estado.

El 28 de Julio de 1821 se proclamó la Independencia del Perú: la voluntad universal quedó cuimplida; mas para sostenerla era preciso que apareciese una autoridad que restituyese el movimiento a esta gran máquina, preparándola a recibir nuevas formas y modifi-

caciones. El imperio de las circunstancias designaba la persona en quien debía recaer el Poder Supremo. No era este el momento de convocar la Asamblea de las Provincias, ni de hacer la elección por los trámites que prescriba la ley constitucional, cuando exista la autoridad que debe sancionarla. Tampoco era tiempo en que la Suprema Magistratura pudiese ser el objeto de la ambición o de la envidia, sino del celo por la causa pública y del deseo de sostenerla. Se necesitaba un grado de coraje que no es común a los que no han visto los combates; y una abstracción del interés individual, digna del que había dirigido esta empresa, para encargarse del mando y presidir a la administración de un vasto territorio, que al pasar de la servidumbre a la libertad, debía sufrir tremendos sacudimientos.

La fuerza de estos motivos decidió al General en Jefe del Ejército Libertador a expedir el decreto orgánico de 3 de Agosto, y reasumir el mando Supremo político y militar bajo el título de Protector. El pueblo y el ejército aclamaron con entusiasmo lo que habían deseado con uniformidad. Apenas existió el Gobierno, se empezó a reedificar el templo de la Libertad, de que al fin de tres siglos, no habían quedado ni aun escombros, y se hicieron ensayos para regularizar la administración del Perú en todos sus ramos.

Por un decreto de 4 de aquel mismo mes, se dividió el territorio libre en cinco departamentos, y quedó sancionado el reglamento provisional de Huaura, modificando los artículos que exigía la nueva demarcación y el progreso de nuestras armas. En aquella misma fecha se decretó la erección de la Alta Cámara de Justicia, en lugar de la antigua Audiencia, y se suprimió la de Trujillo, que las circunstancias hicieron antes necesaria.

Entre las primeras atenciones del Gobierno Protectoral, la de premiar el mérito de los libertadores del Perú, obtuvo aquella preferencia, que merece la gratitud sobre todos los sentimientos humanos. En prueba de ello se expidió la declaración de 15 de Agosto, asegurando a los individuos del Ejército y Escuadra que salieron de Valparaiso, una pensión vitalicia, donde quiera que existan el resto de su vida, a mas de otras distinciones que no hacen menos honor a la justicia del Gobierno, que a la dignidad de los premiados.

Antes de llegar al célebre mes de Setiembre en que se interrumpió la marcha de la administración con la vuelta de los enemigos, acabaré de recordar las mas remarcables providencias del Gobierno por el mismo orden en que se expidieron, para continuar después mi plan con el método que exige. El decreto de 7 de Agosto que prohíbe el allanamiento de las casas, hasta autorizar la resistencia, cuando no se presenta una orden expresa firmada por el Jefe Supremo, es una garantía cuyo valor solo pueden apreciar los que conocen las circunstancias e imponentes riesgos que ofrece una revolución, cuando la autoridad no previene el efecto del desenlace impetuoso e inevitable de las pasiones. Este fué un homenaje de respeto a la seguridad individual, que el pueblo apreció entónces, y que la experiencia ha encarecido después.

El sistema de rentas estaba reducido a buscar el *máximum* de las contribuciones que puede sufrir un pueblo, y consumir la mayor parte de su producto en mantener los empleados en la contabilidad; era preciso destruir el plan y el método que se seguía en su ejecución; la principal dificultad consistía en vencer el hábito de errores y de abusos, en que se habían envejecido aquellos. El Ministro de Hacienda se ocupó con efi-

cacia en el mes de Agosto, en sentar los preliminares de su nueva administración. Empezaban a acumularse relaciones exactas sobre el estado de los fondos públicos, cuando todo se interrumpió en Setiembre; sin embargo, el impulso hacia la rectitud quedó ya dado; y la experiencia ha hecho ver después, que no se dió inutilmente.

La abolición del tributo y de todo servicio personal a que estaban sujetos los indígenas, es uno de los últimos decretos que se expidieron en los días proximos al regreso de las tropas enemigas. Los sufrimientos de aquella porción miserable de la especie humana, han agotado las expresiones de la compasión y de la simpatía hasta tal grado, que ya es imposible añadir un solo período que no haya sido cien veces repetido. El Gobierno Protectoral sancionó lo que había decretado en Huaura el General en Jefe del Ejército; y para destruir el irritante sentido que los españoles daban a la voz de Indios, mandó que en adelante se denominasen Peruanos, nombres que ellos aprecian justamente y cuyo valor estimarán cada día más.

Al poner las primeras bases de reforma y organización, el Gobierno fué detenido en su marcha, y precisado a convertir toda su energía hacia el grande objeto de salvar la tierra. S. E. el Protector salió de la Capital y se puso al frente de sus compañeros de armas, dejando el ejercicio del mando supremo encargado a los Ministros de Estado, Guerra y Hacienda. Se hizo un paréntesis al jiro regular de los negocios; todas las medidas del Gobierno y todos los esfuerzos del pueblo, no tenían ni podían tener mas fin que rechazar la agresión de un enemigo, que venía repleto de sentimientos españoles. El Ejército venció sin combatir, y no necesitó mas que presentarse, para herir de espanto al agresor.

El Jefe de los valientes desplegó toda la prudencia del coraje, y se hizo tan temible de lo contrario sin buscar la batalla, como cuando se ha arrojado en medio de ella para deshacerlos con la impetuosidad del rayo. El Ejército español se puso en retirada; la plaza del Callao se rindió por capitulación; la guerra cambió enteramente de carácter y se restableció la marcha de la administración, arrostrando las nuevas dificultades que oponía a su progreso el trastorno causado por la reseña del peligro.

Desde esta época en adelante conviene detallar más en grande las mejoras que se han hecho en cada departamento de la administración, para presentar bajo un punto de vista todas las tareas y pensamientos que han ocupado al Gobierno. Hasta aquí ha sido solo necesario dar una ojeada tan rápida como los sucesos, y tan interrumpida como ellos; pero entre tanto es muy satisfactorio, que en los dos primeros meses de este gran cambio, no haya sido necesario hacer mención de ninguna de aquellas calamidades, que muchas veces arredran al patriotismo y lo sofocan en su cuna.

GUERRA

Las tareas del Gobierno en estos dos departamentos, han sido de una extensión proporcionada a la dependencia en que nos hallamos de las operaciones militares. La administración de la guerra es siempre tanto más difícil y laboriosa, cuanto su dirección es más activa. Apenas entró a esta Capital el Ejército Libertador, tuvo que ponerse en campaña y empezar de nuevo a buscar peligros. El enemigo ocupaba la plaza del Callao, y sin ella la posesión de Lima era precaria; solo nuestra fuerza marítima podía anular las ventajas



INDICE

Tomo VI

Año VII

1922

No. 1

Páginas

Asuntos de Estado Mayor.....	1
Francisco Vidal.....	27
Educación Militar y Disciplina del Marino.....	45
Psicología del Marinero en el Combate.....	57
El Haber y Tiempo de Servicio de nuestros clases.....	67
Notas Profesionales.....	71
Crónica Nacional.....	107
Aviso a los Navegantes.....	122
Necrología.....	123
Concurso de la Revista de Marina.....	125
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	21

No. 2

17 de Marzo.....	1
Educación Militar y Disciplina del Marino.....	131
Asuntos de Estado Mayor.....	139
Como se formarán nuestros Artilleros.....	167
Paz o Guerra?.....	173
Consideraciones Generales sobre la Política Naval del Perú.....	177

Notas Profesionales.....	211
Crónica Nacional.....	237
Necrología.....	241
Concurso de la Revista de Marina.....	243
Trigonometría Esférica.....	249
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	29

No. 3

Educación Militar y Disciplina del Marino.....	267
Asuntos de Estado Mayor.....	279
Como se formarán nuestros Torpedistas.....	309
Curso de Trigonometría Esférica.....	315
El Receptor Radiotelegráfico mas simple.....	349
Notas Profesionales.....	355
Exámenes de promoción para Oficiales de Guerra.....	375
Crónica Nacional.....	385
Aviso a los Navegantes.....	387
Necrología.....	389
Concurso de la Revista de Marina.....	393
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	37

No. 4

Educación Militar y Disciplina del Marino.....	399
Plan de un año de trabajo para la Armada.....	407
Curso de Trigonometría Esférica.....	421
Asuntos de Estado Mayor.....	465
Notas Profesionales.....	489
Exámenes de Promoción para Oficiales de Guerra.....	505
Crónica Nacional.....	509
Aviso a los Navegantes.....	513
Concurso de la Revista de Marina 1921-1922.....	517
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	45

No. 5

Editorial.....	I
De la propiedad enemiga en la Guerra Marítima.....	523
Curso de Trigonometría Esférica.....	551

Voladura de obstáculos a la Navegación.....	557
Ascensos por Elección.....	615
La enseñanza de los Aviadores Navales.....	621
Notas Profesionales.....	629
Exámenes de Promoción para Oficiales de Guerra.....	637
Crónica Nacional.....	643
Necrología.....	663
Nuevo Concurso de la Revista de Marina 1922-1923.....	671
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	53

No. 6

Empleo de los aparatos de Aviación en la Guerra Naval...	675
Curso de Trigonometría Esférica.....	695
Aplicación de la Radiogoniometría a la Navegación.....	723
Importancia de la divisa "Mihi Cura Futuri" adoptada por la Escuela Naval del Perú.....	765
Notas Profesionales.....	775
Crónica Nacional.....	785
Necrología.....	789
Concurso de la Revista de Marina 1923.....	791
Anales Históricos de nuestra Armada (Suplemento).....	61

