

GRADO EN NAÚTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO PARA LA EXPOSICIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN
CONSERVADOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA
DE BILBAO (NÁUTICA Y MÁQUINAS NAVALES)
DE LA UPV/EHU***

Alumno: Palazón De Celis, Alejandro

Directora: Ibáñez Fernández, Itsaso

Curso: 2018-2019

Fecha: Portugalete, 18 de Septiembre de 2018

A mis padres, que siempre me han apoyado y que siempre han estado ahí cuando los he necesitado, aunque no supiese que los necesitaba.

A Itsaso, que se dedica a la docencia con pasión y que no pierde la paciencia con sus estudiantes... Por muy desastres que hayan sido.

Y a todos esos profesionales que han dedicado su vida a alcanzar nuevos horizontes.

RESUMEN – LABURPENA - ABSTRACT

RESUMEN

En este trabajo se realiza una propuesta para realizar una exposición de los instrumentos de navegación conservados por la Escuela de Ingeniería de Bilbao (Náutica y Máquinas Navales). La distribución se ajusta a los espacios disponibles en la escuela y ofrece pautas y sugerencias específicas que aprovechen los instrumentos para narrar a los visitantes la historia de estos, su uso y su utilidad.

Para crear esta propuesta, se ha llevado a cabo una síntesis en torno a la evolución de las técnicas de navegación desde la época de los fenicios hasta nuestros días. Se han empleado como marco de referencia los cuatro términos de la navegación (rumbo, distancia, latitud y longitud), describiendo el desarrollo de instrumentos y la búsqueda de conocimientos que ofreciesen solución a esos problemas. Se han seleccionado también instrumentos que mostrasen ese empeño.

En esta investigación se han repasado los antecedentes históricos de los compases náuticos, las correderas, los instrumentos de reflexión y los cronómetros marinos, junto con las publicaciones náuticas que los han acompañado para navegar. Además, se ha abordado también el desarrollo en el siglo XX de los instrumentos de navegación radioelectrónica.

Todo ello ha permitido crear un recorrido cronológico que abarca varios siglos de la historia de la navegación y que refleja además la importancia de la Escuela de Náutica de Bilbao en la formación de generaciones de marinos y navegantes.

PALABRAS CLAVE

Exposición, historia náutica, historia de la navegación, instrumentos de navegación, Escuela de Náutica de Bilbao.

LABURPENA

Lan honetan Bilboko Ingeniaritza Eskolan (Nautika eta Itsasontzi-makineria) gordatutako nabigazio tresnekin antolatutako aurkezpen bat proposatzen da. Banaketa eskolako espazio libreetan kokatuta, bisitariei tresna hauen historia, erabilera eta erabilgarritasuna kontatzeko jarraibideak eta iradokizunak ere eskaintzen dira.

Proposamen hau sortzeko, laburpen bat egin da nabigazioko tekniketako eboluzioaren inguruan, feni-ziarren garaitik gure egunetaraino. Erreferentzia-markotzat nabigazioaren lau terminoak (norabidea, distantzia, latitudea eta longitudea) hartu dira, eta hauen ezagutza ahalbidetzen duten tresneriaren garapena (eta baita ere garapen horrek ekarritako jakintza teknikoa) deskribatu. Ahalegin hori era fisi-koan ikustarazten duten instrumentuak aukeratu dira horretarako.

Ikerketan konpas nautikoen, labanderen, islapen tresnen eta itsas-kronometroen haurrekari historiak erreparatu dira, baita nabigatzeko hauek lagundu dituzten argitalpen nautikoak ere. Horrez gain, XX. mendeko irrati-elektroniko nabigazio tresnen garapena ikutu da.

Honek guztiak nabigazioko zenbait mende hartzen dituen ibilbide kronologiko bat sortzea ahalbidetu du, Bilboko Nautika eta Itsasontzi-makineria Eskolak belaunaldiz belaunaldi marinen eta nabigatzaileen prestakuntzan izan duen garrantzia erakutsiz.

GAKO HITZAK

Erakusketa, historia nautikoa, nabigazioko historia, nabigazioko tresnak, Nautika eta Itsasontzi-Makineria Eskola.

ABSTRACT

In this essay a proposal has been made for the preparation of an exhibition with the navigation instruments preserved at the Faculty of Engineering of Bilbao (Nautical Studies). The distribution has been adjusted to the space availability in the faculty and offers specific guidelines and suggestions to use the instruments so that visitors may understand their history, use and usefulness.

In order to develop this proposal, the evolution of the navigation techniques from the Phoenician era to the present day has been synthesized. The four terms of navigation (course, distance, latitude and longitude) have been used as the main framework, explaining the development of instruments and the knowledge search to solve the problems posed by practical navigation. Some instruments have been selected to show the endeavour on this search.

In this research the historical antecedents of nautical compasses, logs, reflection instruments and marine chronometers have been reviewed, along with the nautical publications that have partnered them. In addition, the development of the instruments for radio-navigation during the 20th century has also been addressed.

All this has allowed to create a chronological journey that includes several centuries of the history of navigation and reflects the importance of the Nautical College of Bilbao in the training of generations of seamen and navigators.

KEYWORDS

Exhibition, nautical history, history of navigation, navigation instruments, Nautical College Bilbao.

	<u>Página</u>
PORTADA	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN – LABURPENA - ABSTRACT	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS Y ESTRUCTURA	1
METODOLOGÍA	2
ESTADO DEL ARTE	2
CAPÍTULO 1: LOS CUATRO TÉRMINOS DE LA NAVEGACIÓN	4
1.1 EL RUMBO	4
1.2 LA DISTANCIA	5
1.3 LA LATITUD	6
1.4 LA LONGITUD	7
1.5 LA CARTA NÁUTICA	8
CAPÍTULO 2: EVOLUCIÓN EN LAS TÉCNICAS DE LA NAVEGACIÓN	9
2.1 NAVEGACIÓN DE COSTERA Y DE ESTIMA	9
2.1.1 Evolución del rumbo. El desarrollo del compás náutico	10
2.1.2 Evolución de la distancia. El desarrollo de la corredera	14
2.2 NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA	17

ÍNDICES

2.3	NAVEGACIÓN RADIOELÉCTRICA	21
2.3.1	Radiogoniometría	21
2.3.2	Radar	22
2.3.3	Sistema de navegación hiperbólica	22
2.3.3.1	<i>Decca</i>	23
2.3.3.2	<i>LORAN</i>	23
2.3.3.3	<i>Omega</i>	24
2.3.4	Sistemas de navegación por satélite	25
	CAPÍTULO 3: LOS INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN EN LA ESCUELA	27
3.1	INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA	27
3.1.1	Compases	27
3.1.2	Correderas	29
3.2	INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN DE ESTIMA Y COSTERA	31
3.2.1	Sextantes	31
3.2.2	Cronómetros	33
3.2.3	Otros dispositivos y publicaciones	34
3.3	INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN RADIOELECTRÓNICA	38
3.3.1	Radiogoniómetros	38
3.3.2	Radares	39
3.3.3	Navegadores hiperbólicos	40
3.3.4	Navegación por satélite	42
	CAPÍTULO 4: LA EXPOSICIÓN	43
4.1	Tipo de Exposición	43
4.2	Organización Y guion de la exposición	43
4.2.1	Organización de la exposición	44

ÍNDICES

4.2.2	Guión de la exposición	44
4.3	DISEÑO DE LA EXPOSICIÓN	45
4.3.1	Descripción de la planta y recorrido	46
4.3.2	Rótulos	48
4.3.3	Vitrinas	49
4.4	MONTAJE DE LA EXPOSICIÓN	49
	CONCLUSIONES	53
	FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA	54
	ANEXOS	57
	ANEXO I	58
	ANEXO II	67

	<u>Página</u>
INTRODUCCIÓN	1
Figura 0.1 Extracto de La gaceta del Norte.	2
CAPÍTULO 1: LOS CUATRO TÉRMINOS DE LA NAVEGACIÓN	4
Figura 1.1 Representación del rumbo.	5
Figura 1.2 Grabado de la corredera de barquilla.	5
Figura 1.3 Cálculo de la latitud por la observación de la altura del Polo.	6
Figura 1.2 Cronómetro de John Harrison modelo H-1.	7
Figura 1.3 La Carta Mercator de 1569.	8
CAPÍTULO 2: EVOLUCIÓN EN LAS TÉCNICAS DE LA NAVEGACIÓN	9
Figura 2.1 Primeros instrumentos para establecer el rumbo.	10
Figura 2.2 Carta de líneas isógonas en 1882	11
Figura 2.3 Bitácora del siglo XVII.	11
Figura 2.4 Aguja Magnética con sistemas de corrección incorporados.	12
Figura 2.5 Girocompas Sperry "Unit100".	13
Figura 2.6 Principio de funcionamiento del compás satelital.	14
Figura 2.7 Corredera de barquilla.	14
Figura 2.8 Corredera mecánica.	15
Figura 2.9 Corredera eléctrica tipo SAL.	16
Figura 2.10 Detalles del sensor de la corredera electromagnética.	16
Figura 2.11 Sistema sonar para la medición de la corriente y corredera doppler	17
Figura 2.12 Corredera - compas satelital Furuno SC-130.	17

ÍNDICES

Figura 2.13 Cuadrante, astrolabio náutico y ballestilla, contruidos por Xabier Arbiza en 2002.	18
Figura 2.14 Observación de la estrella polar con la ballestilla.	19
Figura 2.15 Principio de funcionamiento de los instrumentos de reflexión.	20
Figura 2.16 Segundo modelo del cuadrante Hadley (1731).	20
Figura 2.17 Cronómetro H-1.	21
Figura 2.18 Esquema de la cadena empleada para la Operación Neptuno durante el Desembarco de Normandía.	23
Figura 2.19 Cobertura LORAN-A en 1945.	24
Figura 2.20 Tabla de áreas cubiertas por Omega.	24
Figura 2.21 Proceso de acotado de la posición por el sistema GPS.	25
CAPÍTULO 3: LOS INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN EN LA ESCUELA.	27
Figura 3.1 Compás acimutal Dumolin Froment.	27
Figura 3.2 Compás magnético Sewill.	28
Figura 3.3 Compás magnético C. Plath.	28
Figura 3.4 Compás Magnético Whyte Thomson.	29
Figura 3.5 Girocompás Sperry Marine.	29
Figura 3.6 Corredera Mecánica Walker.	30
Figura 3.7 Corredera eléctrica tipo SAL.	30
Figura 3.8 Sextante Ludolph.	31
Figura 3.9 Horizonte artificial.	32
Figura 3.10 Trípode/Soporte para sextante.	32
Figura 3.11 Sextante Enosa.	32
Figura 3.12 Cronómetro Marino Joseph Sewill.	33
Figura 3.13 Cronómetro Marino Thomas Hewitt.	33
Figura 3.14 Naviesfera de la escuela.	34

ÍNDICES

Figura 3.15 Star Finder de gran formato para demostraciones.	34
Figura 3.16 Cronómetro solar.	35
Figura 3.17 Tablas náuticas de Mendoza y Ríos.	35
Figura 3.18 Libro L'art de nauiguer de maistre Pierre de Medine.	36
Figura 3.19 Libro "Instrucion Nauthica".	36
Figura 3.20 Tomo único con los dos libros del tratado (izda.) y colección de tratados de Navegación (dcha.).	37
Figura 3.21 Almanaque Náutico de Pearson 1930.	37
Figura 3.22 Tablas de Azimuts publicadas en 1880.	38
Figura 3.23 Sun's true bearing or Azimuth tables 1914. Lomo (izqda.) y paginas internas (dcha.)	38
Figura 3.24 Radiogoniómetro RGX-1.	39
Figura 3.25 Radiogoniómetro Simrad ND2.	39
Figura 3.26 Radar DECCA TM 629.	39
Figura 3.27 Radar Digiplot.	40
Figura 3.28 Radiolocalizador Decca Navigator Mk. XII.	40
Figura 3.29 Simulador de señales Decca.	41
Figura 3.30 Navegador LORAN Marconi Marine.	41
Figura 3.31 Navegador Omega Tracor.	41
Figura 3.32 Navegador Omega 1157.	42
Figura 3.33 Navegador satelital TRANSIT Magnavox.	42
CAPÍTULO 4: LA EXPOSICIÓN	43
Figura 4.1 Plano de la planta baja de la E.T.S. de Náutica y Máquinas navales.	46
Figura 4.4 Sets y recorrido sugerido.	47
Figura 4.5 Altura de las bandas de información.	48
Figura 4.6 Dimensiones humanas de Dean (1994).	49

ÍNDICES

Figura 4.7 Distribución de la exposición.	50
Figura 4.8 Vitrina 1 (V1).	50
Figura 4.9 Vitrina 2 (V2).	51
Figura 4.10 Vitrina 3 (V3).	51
Figura 4.11 Vitrina 4 (V4).	52
Figura 4.12 Vitrina 5 (V5).	52

INTRODUCCIÓN

La navegación marítima es definida por Bowditch (1995:793) como el proceso de planear, establecer y controlar el movimiento de un barco de un punto a otro. Para ello debemos conocer la dirección a la que debemos movernos y la situación en la que nos encontramos, es decir, las coordenadas geográficas que definen la posición del buque en la mar, y los riesgos que nos rodean por si fuese necesario modificarla.

Estas cuestiones han sido importantes en la historia de la navegación y han planteado grandes retos que los principales científicos han tratado de resolver, a lo largo de varios siglos.

Así, Achútegui (1996: 229) nos indica los principales grupos de ciencias que han participado. Este autor establece con mayor relevancia las disciplinas de la Astronomía, la Aritmética, la Geometría y la Trigonometría para el cálculo de la posición y mencionando la Cartografía, la Cronometría y los instrumentos de observación como disciplinas o elementos auxiliares.

A finales del siglo XIX, los grandes problemas de la navegación estaban ya resueltos. Momento en el que, además, comienzan a revolucionarse la navegación y sus técnicas, así como a plantearse nuevas cuestiones, debido al desarrollo de la navegación a vapor y la llegada de la tecnología electrónica, ésta ya avanzado el siglo XX.

OBJETIVOS Y ESTRUCTURA

La Escuela de Náutica de Bilbao, fundada en 1740, ha ido adquiriendo, a lo largo del tiempo, los recursos necesarios para la formación de sus estudiantes en los nuevos métodos que se venían desarrollando. Algunos de estos instrumentos han sido conservados en el centro y forman una buena muestra de la evolución de las técnicas de la navegación.

El objetivo de este trabajo es realizar una propuesta de exposición de estos instrumentos, que muy bien podría llevarse a la práctica con motivo de la celebración del 50 aniversario del traslado de la escuela a su ubicación actual en Portugalete, producida el 14 de diciembre de 1968 (v. Figura 0.1).

Para ello, en primer lugar, se ha considerado necesario presentar una breve recopilación del desarrollo del arte y ciencia de la navegación y de los instrumentos empleados, aspectos a los que se han dedicado los dos primeros capítulos de esta memoria. En el capítulo tercero, tomando como base el catálogo de máquinas e instrumentos náuticos conservados en el centro (Ibáñez et al.: 2009), se han seleccionado los instrumentos de navegación considerados más adecuados para ser mostrados en una exposición, de tal forma que las personas que lo visiten puedan formarse una idea clara de la evolución de la navegación, a través de los instrumentos empleados en la formación de los pilotos.

INFORMACION LOCAL

HOY SE INAUGURA

LA ESCUELA DE NAUTICA DE BILBAO, LA MAS IMPORTANTE DE ESPAÑA

"Algunas navieras están estudiando su fusión" (dijo el subsecretario de la Marina Mercante)

Se inaugura en la mañana de hoy la nueva Escuela de Náutica Leopoldo Boado, entre Portugaleta y Santurce. El acto tendrá lugar a las doce del mediodía y estará presidido por el ministro de Comercio, señor García Monco.

Previo a estos actos, los informadores locales recorrieron ayer las dependencias del

nuevo centro docente y tuvieron una rueda de Prensa con el subsecretario de la Marina Mercante, don Leopoldo Boado.

UN CENTRO MODELO

Realmente, después de visitar las instalaciones de la Escuela de Náutica, sólo cabe decir que se trata de un centro modelo.

—Esta es la Escuela de Náutica más importante de España —nos dijo el subsecretario— y así les diría que de Europa. Y les diría cada por que en algunos países de Europa se sigue un régimen de enseñanza diferente en cierto modo y no podemos compararlo.

Pero vamos, el espíritu de lo que supone la expresión "más moderna de Europa" está claro. Y justificado, que es lo importante.

NUESTRA VISITA

Todo el edificio se ha realizado buscando siempre la mayor similitud posible con un barco. Así, los puentes, alto y bajo, son idénticos, prácticamente, a "los de verdad". En otros casos, para buscar esta ambientación, se recurre a la televisión o a la radio en circuito cerrado.

Todo un espectáculo constituye el planisferio. En un salón circular, debidamente acondicionada, se proyectan sobre la bóveda un conjunto de dispositivos que reproducen el firmamento, con todos los accesorios necesarios se van localizando las diferentes estrellas, la situación de las constelaciones en una época u otra, etc.



Los laboratorios, asimismo, están preparados para satisfacer todas las necesidades que este tipo de enseñanzas exige. Las aulas, espaciosas y bien dotadas.

Un capítulo aparte merecen las dependencias diversas que complementan lo antes relacionado. El comedor, en régimen de autoservicio; el salón de estar y la cafetería, salón de actos, aparcamiento cubierto, etc.

—Buscamos una finalidad social —dijo el subsecretario en la rueda de Prensa— con esto. Pretendemos que toda la familia marinera pueda utilizar estos locales sociales. Ya hemos hecho algo similar en Barcelona y, naturalmente, ha tenido una gran aceptación.

PROFESORES Y ALUMNOS

La plantilla actual del personal docente está compuesta por 21 profesores numerarios, 20 profesores adjuntos, un profesor de Religión, un profesor de Educación Física, ocho maestros de taller y tres instructores de Tecnología Naval, y el número de alumnos que cursan actualmente sus estudios por enseñanza oficial asciende a más de 700.

Aunque en estos momentos no está a pleno rendimiento, se ha hecho —nos dijeron durante la visita— con visión de futuro. Normalmente tendrá capacidad para 1.500 alumnos, pero incluso puede llegar a los 2.000, en régimen intensivo de utilización de la Escuela.

Respecto a los planes de estudio, el señor Boado manifestó:

—Ahora estamos analizando el plan de estudio del 61. Las enseñanzas náuticas están equiparadas a las carreras denominadas de Grado Medio, pero entendemos que esto no se ajusta, propiamente, a la realidad. Los estudios náuticos son mucho más fuertes. Por eso estamos analizándolo.

Por otra parte, en la Escuela se impartirán enseñanzas de cuantas disciplinas sean necesarias para abarcar desde la navegación y la pesca hasta los más cualificados oficios y técnicos.

HABRÁ FUSIÓN DE NAVIERAS

A parte de lo anteriormente transcrito, el señor Boado informó a lo largo de la rueda de Prensa, entre otras cosas, que:

—La fusión de los astilleros responde a unas exigencias económicas. La competencia es dura y lo exige, y, por otra parte, la Marina Mercante Española ha pecado siempre de atomización, defecto que se corregirá con estas fusiones.

Y en esto saltó a la conversación la fusión de navieras. A punto estuvo de escaparse, le algún que otro nombre. Pero, finalmente, manifestó que «ya hay varias que están estudiando esta cuestión».

Acroca de la situación actual del déficit de la balanza de pagos en fletes, informó que se mantenía en 110 millones de dólares, con tendencia a no aumentar, dado el aumento de la flota española para el transporte de crudos y de cereales.

—Ahora estamos analizando

Figura 0.1. Extracto del periódico La Gaceta del Norte de 14/12/1968, anunciando la inauguración de los nuevos edificios de la Escuela de Náutica en Portugaleta.

En el cuarto capítulo se presenta la propuesta de exposición, mostrando desde los criterios seguidos en su elaboración hasta su disposición en el vestíbulo del edificio del centro.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto primero se ha realizado una búsqueda, recopilación y selección de la extensa bibliografía existente sobre la historia de la navegación marítima. Tras su análisis, se ha accotado y sintetizado para poder establecer un marco en el que situar los instrumentos de navegación.

A continuación, se han inspeccionado los instrumentos que se encuentran en la escuela y, de entre los que presentan un buen estado de conservación, se han seleccionado aquellos representativos de la evolución de las técnicas de la navegación. Por último, se han obtenido los planos de los amplios vestíbulos de las plantas 0 y 1 del edificio, ya utilizadas anteriormente, con éxito, para fines similares. Asimismo, se ha consultado con especialistas sobre las características que debe reunir una exposición dirigida al público cuyas sugerencias y comentarios han sido especialmente útiles para elaborar la propuesta final. La relación de estas fuentes se incluye en el apartado Fuentes y Bibliografía.

ESTADO DEL ARTE

Como se ha mencionado, la bibliografía disponible sobre las temáticas que abarca nuestro trabajo es muy amplia. En el apartado final se recogen las referencias bibliográficas utilizadas.

Para la elaboración de los dos primeros capítulos ha resultado imprescindible la extensa obra titulada *Historia del arte y ciencia de navegar* (García Franco, 1947, 2 vols.). También ha sido de gran utilidad *La difusión de conocimientos náuticos en la España decimonónica* de Ibañez (2002). Para el tercer capítulo, se ha utilizado el catálogo de instrumentos elaborado por Ibañez et al. (2009).

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la exposición, de entre los trabajos consultados, destacan los de Locker (2011) y Belcher (1994) que han sido especialmente empleados para el diseño de la exposición. Las aportaciones de las fuentes consultadas, arriba mencionadas, han sido decisivas para la elaboración de este capítulo.

CAPÍTULO 1:

LOS CUATRO TÉRMINOS DE LA NAVEGACIÓN

Titulamos este capítulo siguiendo la obra de García Franco (1947). En efecto, el conocimiento de los denominados cuatro términos de la navegación: latitud, longitud, rumbo y distancia, han resultado imprescindibles para la navegación marítima desde el momento en que los pilotos, lejos del litoral, debían '*echar el punto*', esto es, saber en qué coordenadas geográficas se encontraba el barco. A estos se pueden añadir otros, como la carta náutica, de extraordinario valor para la navegación.

Según la definición proporcionada por Achútegui, puede considerarse la navegación como:

“la técnica de conducir un artefacto por tierra, mar y aire o espacio a lo largo de una derrota previamente establecida, y limitándonos al ámbito de la navegación marítima, resulta evidente la importancia que, para el buen éxito de tal misión, ha de tener la exacta determinación de la situación del buque, tanto para evitar los peligros existentes en dicha derrota como para detectar y corregir las desviaciones que, durante la navegación, se produzcan con respecto a la misma”. (Achútegui, 1996: 229)

Puede decirse, por tanto, que en la esencia de la navegación marítima se encuentran, fundamentalmente, los conocimientos, los instrumentos y las técnicas que permiten determinar las coordenadas geográficas que definen la situación del buque en la mar y dirigir la navegación de forma segura y eficaz. Para lo cual resulta fundamental la disposición de cartografía náutica con la representación sobre un plano de la porción de la superficie terrestre donde se efectúa la navegación (Ibáñez, 2011: 210).

En los siguientes apartados se hará una breve referencia a estos 4 términos y a la carta náutica, ya que el objeto de este capítulo no es convertirse en un manual de navegación, sino contextualizar el trabajo que se presenta. La evolución histórica de los instrumentos de navegación que se apuntan será oportunamente ampliada en el capítulo 2.

1.1 RUMBO

El rumbo puede definirse como el ángulo que forma la dirección de la proa del buque con la línea norte-sur del horizonte¹. Se expresa como una distancia angular, medida desde el norte, en sentido horario, de 000º a 360º.

Hay que señalar que, según el norte que se utilice como referencia, se distinguen el rumbo de aguja (Ra), usado como referencia el norte que señala el compás o aguja náutica o el rumbo verdadero (Rv), referido al norte geográfico o verdadero, el mismo indicado por los meridianos en las cartas náuticas de proyección Mercator.

¹ Esta definición se ha tomado de Ibáñez y Gaztelu-Iturri (2002: 121). Definiciones similares pueden encontrarse en cualquier manual de navegación.

CAPÍTULO 1: Los cuatro términos de la Navegación

Asimismo, según la superficie de referencia, se distinguen el rumbo de superficie (R_s), cuando se refiere a la lámina de agua por la que desplaza la embarcación, y el rumbo de fondo (R_f), también llamado rumbo efectivo, si la dirección de desplazamiento se toma sobre el fondo marino.

El rumbo es pues la forma en la que expresamos la dirección en la que avanza el barco. El principal instrumento de medición es el **compás o aguja náutica**, que ha sufrido una gran evolución a lo largo de la historia, desde las primeras agujas magnéticas, hasta los girocompases y compases satelitarios que podemos encontrar en los barcos actualmente.

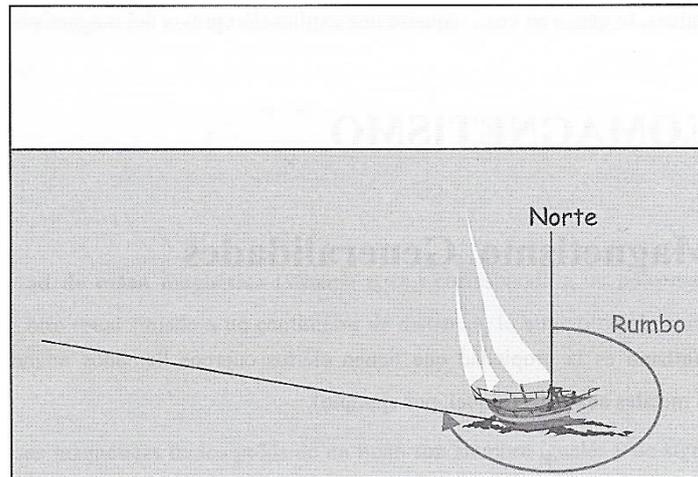


Figura 1.1 Una representación del rumbo.

Fuente: Ibañez y Gaztelu-Iturri (2002:121).

1.2 DISTANCIA

La distancia es, por definición, la extensión de un minuto de arco medido sobre el meridiano, en la latitud de la posición. La unidad empleada para su medida es la milla marina, que tiene un valor variable dependiendo de la latitud. Por ello, también se distingue la milla náutica, empleada en cálculos por simplificación, que tiene como valor 1852 metros.

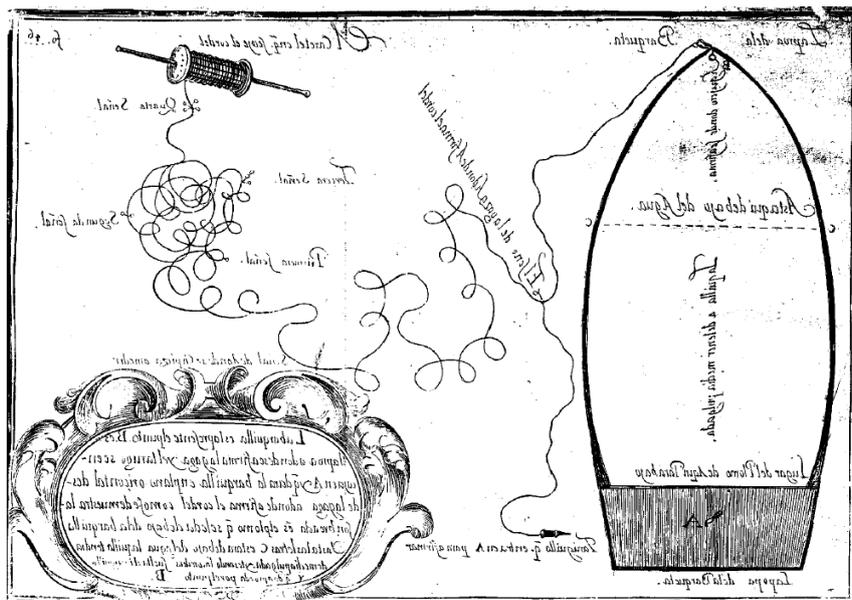


Figura 1.2 Grabado de la corredera de barquilla.

Fuente: Gaztañeta (1692: 45).

Para obtener la distancia navegada se emplea la **corredera**, un instrumento que sirve para medir la velocidad del barco, y de esta forma podemos conocer la distancia recorrida en un intervalo de tiempo. La unidad internacional empleada se llama nudo, se contabiliza en millas náuticas recorridas por hora.

Hay diversos tipos de corredera, desde la de barquilla empleada originalmente en el siglo XVI (v. Figura 1.2), hasta las modernas correderas electromagnéticas, doppler y satelitarias de hoy en día.

Junto con el rumbo, la distancia es imprescindible para la navegación por estima, antiguamente llamada 'de fantasía', por la poca precisión que proporcionaba. Sobre la carta náutica, a partir de una situación determinada, si se conoce el rumbo y la distancia navegada, puede estimarse la situación en que en cada momento debe encontrarse el buque.

La posición de los puntos sobre la superficie terrestre se define por medio de las coordenadas geográficas: latitud y longitud, a las que se hace referencia en los apartados siguientes.

1.3 LATITUD

Se trata de la distancia angular medida sobre el meridiano, desde el ecuador hasta el paralelo de latitud del punto considerado. Se cuenta desde el ecuador (0°) hasta los polos (90°), anotándose N (norte) cuando se mide en el hemisferio norte y S (sur) si se mide en el hemisferio sur.

La latitud se supo calcular ya a partir del siglo II a.C. mediante la observación de astros. Sin embargo, en la navegación práctica el recurso a la astronomía no fue necesario hasta que, en el Renacimiento, comenzó la época de los Grandes Descubrimientos. En efecto, la navegación oceánica conllevó la necesidad de recurrir a la observación de la altura de los astros para la determinación de la latitud geográfica. Así, los navegantes del siglo XVI calculaban esta coordenada, con bastante aproximación, con ayuda del astrolabio, cuadrante y ballestilla, por la observación de estrellas próximas al polo (v. Figura 1.3) o del Sol a mediodía².

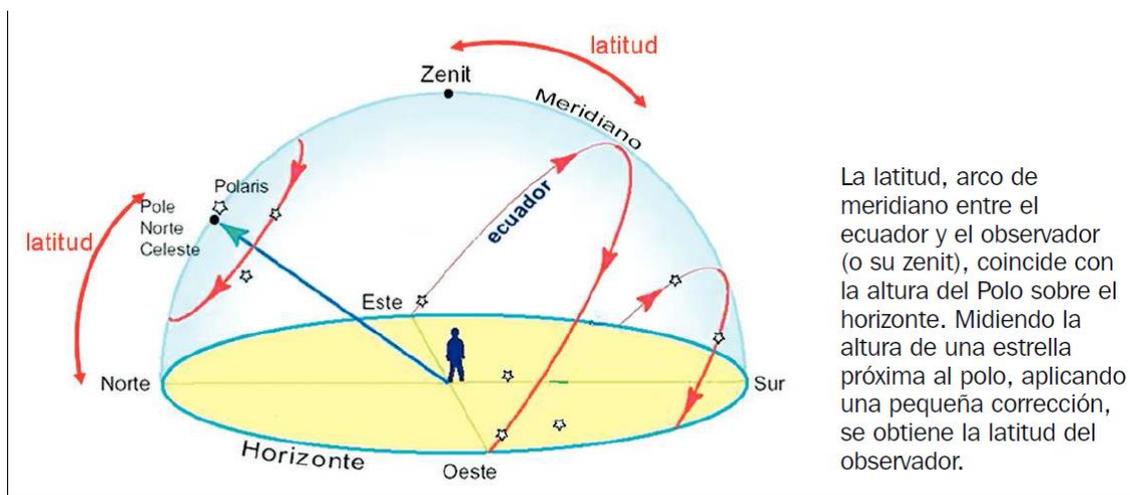


Figura 1.3 Cálculo de la latitud por la observación de la altura del Polo sobre el horizonte.

Fuente: Ibáñez (2011: 215).

² La introducción en el arte de navegar de este método se considera una innovación portuguesa, cuando al navegar por la costa africana dejaron de ver la estrella Polar. Véase, por ejemplo, Ibáñez (2002:622).

1.4 LONGITUD

Es el segundo término empleado en la situación. Se trata del arco de ecuador contado desde el primer meridiano hasta el pie del meridiano del punto. Actualmente el primer meridiano es aquél que pasa por Greenwich, en Reino Unido. La longitud se cuenta de 0º a 180º hacia el este (E) o el oeste (W) de Greenwich.

La obtención de la longitud en la mar ha sido muy compleja, ya que no se disponía de medios con la precisión adecuada para calcularla. Habría que esperar al siglo XVIII para que se produjeran los avances científicos y tecnológicos necesarios que permitieron materializar la solución al problema de la longitud a través de dos métodos: las distancias lunares y el cronómetro.

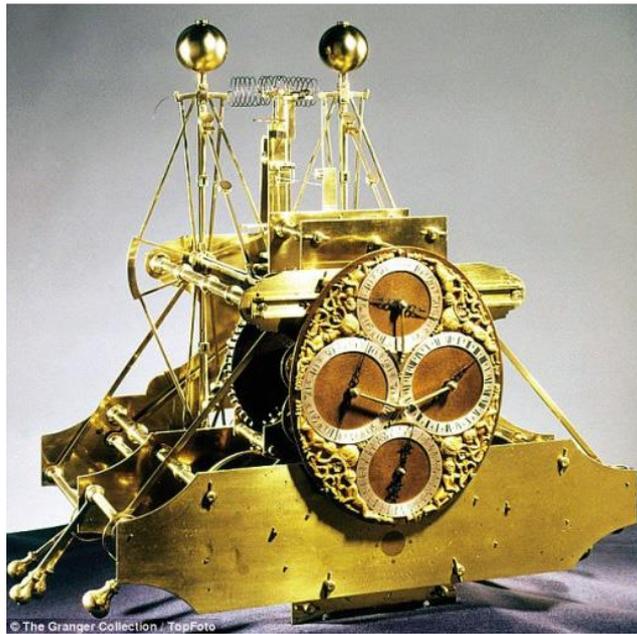


Figura 1.4. Cronómetro de John Harrison modelo H-1.

Fuente: Merino de la Fuente (2014: 12).

Entonces ya era conocido que el problema de las longitudes se reducía a determinar en un instante dado, la diferencia de horas que se cuentan en dos lugares. Conocidos por el marino los procedimientos para obtener la hora local a bordo, solo restaba poder saber en cualquier momento la hora que se cuenta en un meridiano de referencia, de longitud conocida.

Mientras que el procedimiento del cronómetro entrañaba una única, aunque no pequeña, dificultad: el diseño de un reloj portátil, de precisión, para mantener a bordo la hora del primer meridiano (John Harrison, 1773); para la aplicación del método de las distancias lunares fue necesario que se produjeran avances en distintos campos, entre los que Ibáñez y Gaztelu-Iturri (2002: 454) incluyen:

- la capacidad de elaborar exactas tablas de distancias lunares que, por una parte, hubieron de ser calculadas (Tobías Mayer, 1755) y, por otra, puestas a disposición de los marinos a través de publicaciones especializadas (Nautical Almanac, 1767);
- la precisión en la medida de la altura de los cuerpos celestes sobre el horizonte, así como de la distancia angular entre astros, conseguida gracias a los instrumentos de reflexión (John Hadley, 1731) y a la corrección de las distancias angulares observadas; y
- la disposición de los medios adecuados para facilitar los cálculos necesarios (Tablas Náuticas).

Estos métodos iniciales dejaron de practicarse a comienzos del siglo XX. Sin embargo, en la moderna navegación astronómica, el sextante y el cronómetro siguen siendo instrumentos indispensables. El

sexante proporciona la altura de los astros sobre el horizonte, y el **cronómetro** proporciona la hora del meridiano de referencia del instante en que se observa la altura del astro. Del Almanaque náutico se obtienen las efemérides de los astros en el instante en que se han observado, y las calculadoras han sustituido a las Tablas náuticas para facilitar los cálculos necesarios.

1.5 LA CARTA NÁUTICA

Las cartas náuticas son representaciones de las costas y los mares del mundo, en un plano. Sobre ellas se trazan los rumbos proyectados y se sitúan las posiciones, estimadas y observadas, para comprobar el correcto desarrollo de la travesía.

Las primeras cartas de que se tiene constancia fueron las portulanas o arrumbadas, útiles únicamente para la navegación de estima o fantasía, ya que no tenían escalas de latitudes y longitudes.

En la época de los Grandes Descubrimientos, cuando comenzó a determinarse la latitud por medio de la observación de astros, las cartas náuticas tuvieron que evolucionar, para adaptarse a las nuevas necesidades³.

La imposibilidad de representar en un plano la superficie terrestre esferoidal sin deformaciones, dio como consecuencia la búsqueda de representaciones lo más aproximadas posibles. Mediante la proyección de perspectivas de la esfera o el desarrollo de una superficie cónica o cilíndrica tangente a la esfera. Así, la representación que finalmente solucionó los problemas de la navegación marítima fue la proyección de Gerard Cramer (1512-1594), más conocido como Mercator, que publicó la primera carta con su proyección en 1569 (v. Figura 1.3) y que es la utilizada mayoritariamente también hoy en día.

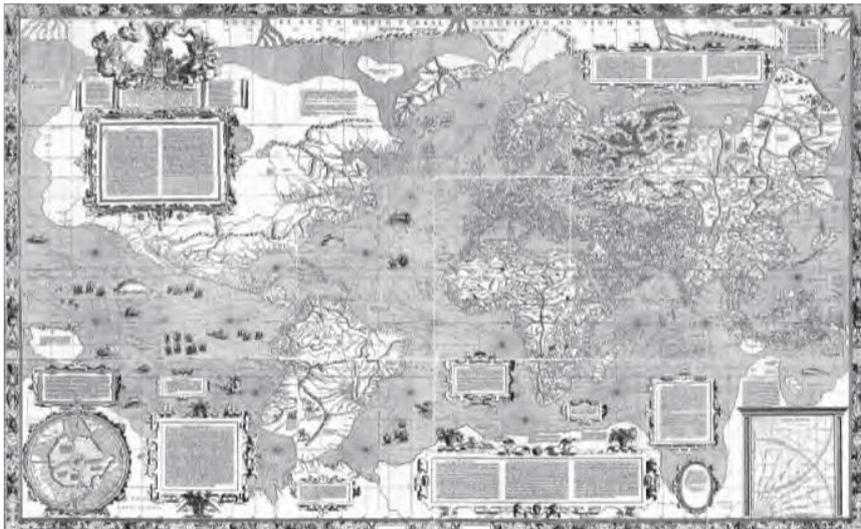


Figura 1.3 La Carta Mercator de 1569.

Fuente: *Real Sociedad Geográfica (2013)*.

³ El desarrollo histórico de las primeras cartas náuticas puede encontrarse, por ejemplo, en Cerezo (1994).

CAPÍTULO 2: EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LA NAVEGACIÓN

2.1 NAVEGACIÓN COSTERA Y DE ESTIMA

La navegación costera es el primer sistema de navegación del que se tiene constancia en Europa. Aquellos primeros navegantes navegaban con la vista fija en la costa. Siendo los accidentes geográficos más distinguibles la referencia para conocer si marchaban en el rumbo correcto o no. Siendo muy similar a la de la época, hoy la definimos como aquella que se realiza cerca de la costa empleando puntos de referencia terrestres para obtener una posición precisa del buque (Bowditch, 1995: 803).

Este primigenio sistema de navegación planteaba el problema de la baja visibilidad. En dichos momentos los marinos debían parar la navegación o acercarse peligrosamente a la costa. Por ello se hizo común entre los bizantinos, árabes y normandos el empleo de aves para navegar; solían transportarlas a bordo y soltarlas para conocer con exactitud el punto de partida y la cercanía de la costa, además de los vientos predominantes de la zona. Podría decirse que las aves fueron el primer instrumento de navegación empleado (García Franco, 1947: vol.1,17).

El rumbo y la distancia navegada, por su parte, son los principales elementos para realizar la navegación de estima. La navegación por estima es aquella que emplea el cálculo de una posición a partir del rumbo establecido y la distancia navegada, con respecto a la posición anterior. Al compararlo con una posición observada, por ejemplo, la obtenida empleando la estima, podemos determinar la corriente y el viento, así como otros factores, que afectan al movimiento del buque en ese periodo de tiempo (Bowditch, 1995:743).

Ambos tipos de navegación (costera y de estima) son referidos en este apartado debido a que en ambos casos es necesario emplear el compás náutico, para establecer el rumbo o la demora⁴ con respecto al punto observado. Además, será necesario la corredera para conocer las distancias recorridas y otros instrumentos para conocer la distancia al punto observado, como el sextante o el radar, de los cuales también hablaremos en este capítulo

No fue hasta la aparición de brújula, que aquellos pioneros del arte de navegar se vieron en la necesidad de establecer un sistema para conocer la distancia recorrida, que en un principio estimaban ‘a ojo’, y así poder estimar su posición o “punto de fantasía” como muy bien llamaban. Dando comienzo al desarrollo de la corredera, instrumento que apareció en el siglo XVI y que ha llegado a tener numerosos sistemas o principios de funcionamiento.

⁴ La demora es el ángulo que forma la visual dirigida a un objeto con el meridiano del observador. Para más información se recomienda ver Ibañez y Gaztelu-Iturri (2002: 337).

2.1.1 Evolución del rumbo. El desarrollo del compás náutico

Ya en la antigüedad se poseía constancia de las propiedades del mineral de la magnetita, así podemos encontrar los primeros experimentos y teorías de Pitágoras, Platón o Eudoxo de Gnidos o Aristóteles. Las teorías sobre el magnetismo de Lucrecio (95-53 a.C.) sobre el vacío que dejan en la piedra al abandonarlo y de cómo se precipita el hierro hacia dichos huecos para rellenarlos. Además, se pueden encontrar diversas leyendas y mitos sobre la brújula en China y Japón mencionadas por Martínez-Hidalgo⁵ en su *Historia y leyenda de la aguja magnética* de 1946.

Antes del uso de la brújula, los marinos ya trataron de ingeniárselas para poder guiarse al alejarse de la costa. En las narraciones de Ari Frode Thorgilsson (El Libro de los Islandeses s. XII) sobre la colonización de Islandia de Flocki Vilgerdsson en 868 se establece que en aquellas fechas no disponían de imán y emplearon palomas amaestradas como guías.

A pesar de que no queda claro el origen de la aguja magnética ni su uso para navegar, son los franceses los que se atribuyen el mérito de haber introducido su empleo en la mar, tomándose como referencia los versos de Guyot de Provis (1185) como referencia más antigua al empleo de la aguja imantada para guiarse.

Un primer dispositivo empleado para guiarse consistiría en la misma magnetita sobre una tabla o flotador dentro de un recipiente de agua. Se la dejaban girar libremente hasta alcanzar una posición de reposo.

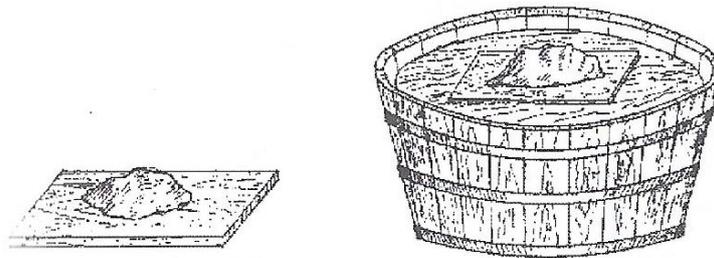


Figura 2.1 Primeros instrumentos para establecer el rumbo.

Fuente: Martínez-Hidalgo (1946:31).

Esta evolucionaría durante el siglo XVII a la calamita o aguja imantada, que podría encontrarse sobre un listón de madera o flor de lis.

En 1269 cuando Pedro el Peregrino perfeccionó la aguja. Su nuevo dispositivo consistía en un recipiente redondo de vidrio o cristal cuyo centro era atravesado por un eje de latón o plata con dos perforaciones en ángulo recto; siendo uno atravesado por la aguja de hierro imantada que indicaba el Norte-Sur y el otro por plata o cobre que indicaba el Este-Oeste. En la tapa se marcaban los cuatro puntos cardinales y divisiones de 10°. Además, poseía una alidada que permitía tomar ángulos azimutales.

Si bien hoy en día es sabido que la brújula se guía debido a la naturaleza dipolar del magnetismo terrestre, antiguamente no estaba tan claro, es por ello por lo que no se supo las variaciones que sufría dependiendo de la localización de la brújula. Así, en 1492, Cristóbal Colón (1451-1506) descubrió que la declinación variaba de un sitio a otro provocando un error en el trazado de rumbos. No fue el único, posteriormente Pedro Núñez descubriría en 1537 que los hierros de a bordo y los parajes con grandes cantidades de sustancias ferruginosas también influían en las desviaciones sufridas por el compás.

⁵ Obra que ha resultado fundamental para la elaboración de este apartado junto con la guía de la obra de Martínez et al. (2011).

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

No sería hasta mucho después, durante las expediciones realizadas por Halley (1656-1742) en 1698, 1699 y 1709, que se trazarían en las cartas las primeras líneas isógonas y se diferenciasen los polos magnéticos de los geográficos.

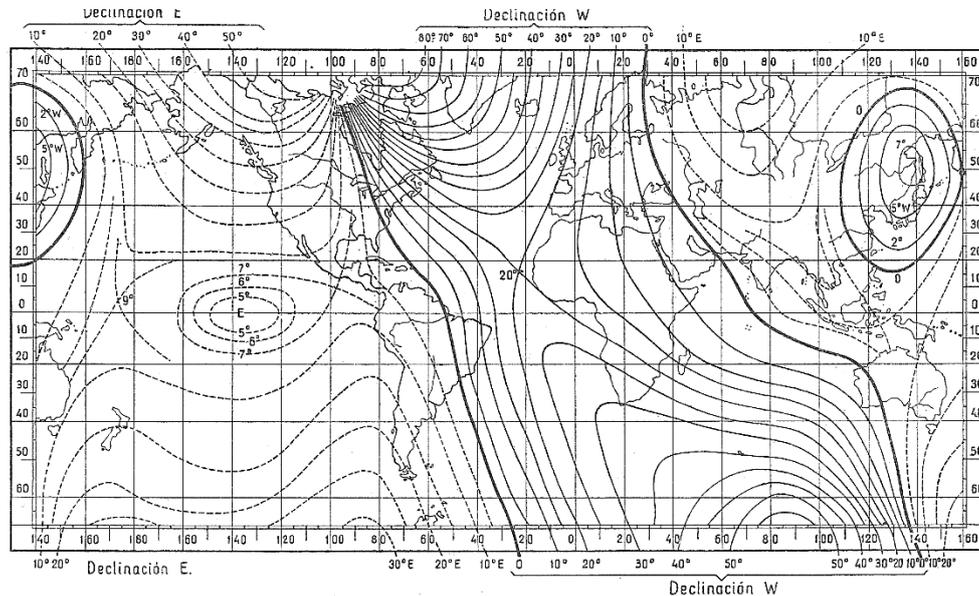


Figura 2.2 Carta de líneas isógonas en 1882

Fuente: Martínez-Hidalgo (1946:87).

No fue hasta el año 1519 que se comenzó a colocar los imanes debajo de la rosa de los vientos formando un ángulo con la línea Norte-Sur para corregir su desviación. Este tipo de agujas se decía que tenían los imanes trocados.

Girolano Cardano (1501-1576) inventaría en esa época la suspensión cardan que evita que el compás pierda su horizontalidad a pesar de lo que se mueva el barco.

Durante el siglo XVII el compás constará en una caja de madera cerrada en la parte superior por un cristal, la rosa llevaría los imanes pegados en su parte posterior y estaría suspendida por un estilo en su parte central para evitar la mencionada pérdida de horizontalidad. Estos inventos evolucionarían hasta convertirse en la bitácora conocida hoy en día.

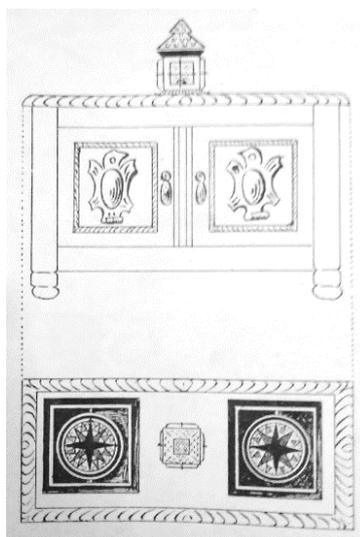


Figura 2.3 Bitácora del siglo XVII.

Fuente: Martínez e Hidalgo (1946:164).

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

En 1643 Jorge Fournier menciona la instalación de una bitácora a bordo. La refiere como un armario situado al pie del palo de mesana con tres compartimentos, uno para el fanal y los otros para el compás, situados en el sentido de la eslora de tal forma que el timonel siempre pudiese ver una.

En el siglo XVIII la aguja náutica estará formada por dos cajas de madera, una cuadrada y otra redonda que recibirán el nombre de mortero. La rosa de los vientos era un cartón circular con los vientos marcados en la parte superior y una o dos líneas de acero en la inferior en la línea Norte-Sur y con un chapitel en el centro hecho de cobre u otro material diferente del hierro perpendicular al mortero y un vidrio que cubre la rosa para protegerla del viento y poder verla bien.

Para gobernar el barco se empleaban dos rosas en la bitácora. De esta forma existía un reemplazo en caso de que se estropease una, a pesar de que podrían interferirse.

Como habíamos indicado, en el siglo XVI se había descubierto que el material ferroso afectaba a los compases náuticos, esto planteó un gran problema en el siglo XIX cuando comenzaron a construirse los barcos de hierro. Fue el capitán Flinders (1774-1814), durante el levantamiento hidrográfico de la costa australiana entre 1801 y 1803, quien se dio cuenta de que las marcaciones tomadas con rumbo Este-Oeste diferían de las tomadas en el rumbo Norte-Sur y llegó a la conclusión de que era debido a los hierros del barco. Hizo instalar una barra de hierro viejo lo suficientemente larga para que un extremo quedase a la altura del compás, de esta forma buscaba compensar los desvíos.

Peter Barlow introdujo en 1824 el platillo corrector, que consistía en dos discos de hierro con uno de madera en medio atravesados por un eje de cobre perpendicular a una de las caras que permitía acercarlos y alejarlos a conveniencia para corregir las desviaciones.

Los estudios e invenciones de William Scoresby (1789-1857) supusieron un gran avance a la hora de estudiar y determinar el rumbo magnético. Inventó agujas de acero laminado capaces de retener mejor el magnetismo. Así mismo demostró que los buques se magnetizaban de forma no permanente durante su construcción y que su magnetismo cambiaba al cruzar el ecuador.

Entre 1837 y 1840 se desarrollaría la “aguja magistral” cuyas características, recogidas por Martínez-Hidalgo (1946:195), serían:

1. Mortero de cobre, bastante grueso, para aminorar las oscilaciones de la rosa.
2. Rosa con cuatro barras de acero fuertemente imantadas, dispuestas paralelamente al diámetro norte-sur.
3. En el extremo superior del estilo se ajustaba una punta de osmio-iridio.
4. Debajo del chapitel una piedra de ágata o rubí.



Figura 2.4 Aguja Magnética con sistemas de corrección incorporados.

Fuente: Archivo personal.

Aunque sería William Thompson (1824-1845) quien incorporaría esferas compensadoras de hierro dulce, imanes internos ajustable y una barra Flinders a la bitácora, junto con la creación de una aguja

más precisa, dando inicio a las bitácoras que se emplean hoy en día con mejoras en los materiales y construcción a medida que ha avanzado la tecnología.

Este tipo de agujas se han mantenido en los barcos hasta la actualidad, a pesar de la existencia de otras opciones más precisas, en especial la aguja giroscópica de la que se hablará en un instante, ya que marcan el rumbo sin necesidad de un suministro eléctrico.

Gracias a la introducción de la energía eléctrica a bordo, a lo largo del siglo XX se han desarrollado nuevas agujas. Felski (2008:55) nos indica que ya en 1907 Herman Anschutz (1872-1931) patentó el primer sistema capaz de desplazar el compás magnético que marcaría el inicio del desarrollo del girocompás o aguja giroscópica. Estos compases establecen el norte verdadero utilizando las propiedades (rigidez y precesión) de los giróscopos de tres grados de libertad. Su uso se extendió en la navegación debido a que no era necesario aplicar correcciones por campos magnéticos, si bien es necesario aplicar una pequeña corrección dependiendo de la latitud, que los propios dispositivos permiten establecer. Durante la primera mitad del siglo XX a Anschutz se sumaría Ermer A. Sperry (1860-1930) en el desarrollo de mejoras y soluciones a los problemas que iban apareciendo en su empleo en la mar. El modelo de girocompás Sperry "Unit 100" sería probado en el U.S.S. Delaware en 1911 con notable éxito, comenzando su expansión en el ámbito naval⁶.

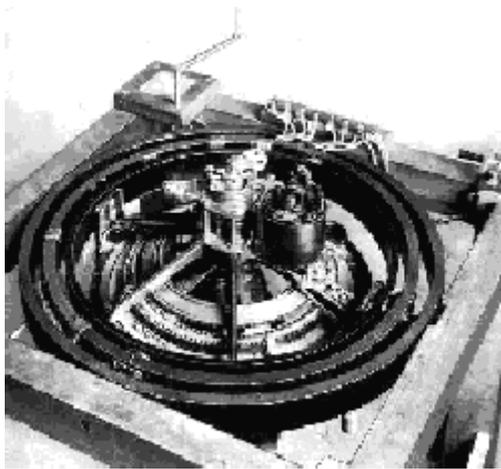


Figura 2.5 Girocompas Sperry "Unit100".

Fuente: Sperry Marine.

Con el compás satelital, desarrollado en la primera década del siglo XXI, el rumbo del barco es establecido por la decodificación de datos de fase de la frecuencia del GPS. Dos antenas, A1(referencia) y A2(proa), conectadas a un sistema GPS asociado y a un procesador e instaladas en la línea proa-popa permite calcular en A1 y en A2 la distancia y azimut al satélite. Algunos modelos añaden una tercera antena (A3) para reducir la influencia del cabeceo, balanceo y guiñada (v. Figura 2.4)⁷.

⁶ Véase Sperry Marine en la bibliografía.

⁷ Esta información sobre su funcionamiento puede ser ampliada en el catálogo de Furuno (s.f. a).

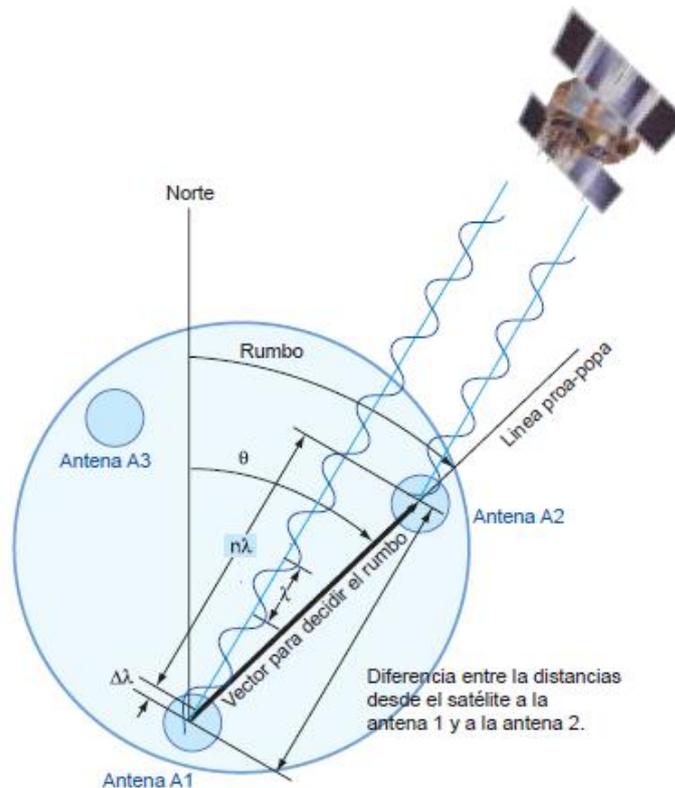


Figura 2.6 Principio de funcionamiento del compás satelital.

Fuente: *Furuno* (s.f. b:1,2).

2.1.2 Evolución de la distancia. El desarrollo de la corredera.

El primer instrumento para medir la distancia recorrida del que se tiene constancia es el denominado “loch” y fue descrito en 1557 por William Bourne en *A regiment for the sea*. Es el más simple de los mecanismos, y lo conocemos como “corredera de barquilla”. No obstante, parece ser que los navegantes no lo emplearon a menudo ya que no vuelven a ser mencionado de nuevo hasta 1607, relacionada con un viaje a las Indias Orientales, según García Franco (1947: vol.1, 100).

Esta corredera de barquilla consistía en un flotador de madera enrollado a un largo cordel marcado una serie de nudos a intervalos regulares. Este era lanzado por la popa y se iba filando durante unos segundos medidos por una ampolleta, de esta forma se obtenía la velocidad del barco.



Figura 2.7 Corredera de barquilla.

Fuente: <http://segundocabo.ohc.cu>

Según cuenta Ibañez (2002: 63) su empleo no se generalizaría hasta finales de dicho siglo, pues los marineros dudaban de su efectividad, tal y como refleja Pedro Porter (1613-1662), quien la dio a conocer en España en 1634, que concluye dando más valor a la experiencia de los pilotos y su conocimiento de la nave para calcular su velocidad. No sería el único, pues la mayoría de los autores de la época daban preferencia a la pericia de los pilotos adquirida con los años, a pesar de ello acabaría convirtiéndose en un instrumento muy relevante en la navegación, sobre todo hasta finales del siglo XVIII, pues durante este periodo se impondrá la navegación por estima sobre la astronómica.

El principal problema que tendrá este sistema, aun asumiendo una medida de rumbo y distancia recorrida perfectas, será la diferencia de esta medida con la correspondiente que se encuentra en la cartografía de la época, debido al desconocimiento de la verdadera forma y dimensiones de la Tierra, siendo no pocos los que encallaron cuando se creían muy lejos de la costa⁸.

Por ello, era importante conocer la dimensión real de la tierra para establecer una velocidad precisa en las mediciones, calibrando adecuadamente la distancia entre los nudos de la corredera de barquilla. Serían las expediciones a Perú y Laponia, organizadas en el siglo XVIII por la Academia de Ciencias de París, las que darían la solución a este problema al establecer la extensión de un grado de meridiano terrestre en la zona del ecuador y en las proximidades del polo.

La corredera de barquilla sería profusamente empleada hasta finales del siglo XVIII, donde los barcos de vapor, más veloces, incrementarían la necesidad de obtener posiciones con mayor frecuencia. Ante la necesidad de tomar mediciones de la velocidad de forma más continua y más precisa se desarrollaron las correderas mecánicas. Estas tenían un contador y se lanzaban al agua durante un tiempo, a pesar de ser más precisas tenían un manejo igual de engorroso, por lo que se desarrollaron sistemas que se permitiesen instalar directamente en los buques.



Figura 2.8 Corredera mecánica.

Fuente: Ibañez et al. (2009:429).

A medida que se perfeccionan los instrumentos eléctricos, estos comienzan a abrirse paso en los barcos, así durante la primera mitad del siglo XX se desarrollan las correderas eléctricas. Entre ellas se fabricaron de hélice, estas funcionaban de forma similar a la corredera mecánica, una hélice es accionada por el flujo del agua y esta muestra la velocidad en relación con las revoluciones de la hélice; y las correderas de presión. A estas últimas pertenecen las correderas tipo SAL (*Svenska Aktiebolaget Logg*)⁹ y se basaba en el principio físico de los tubos de Pitot [v. Figura 2.9].

Con el avance de la electrónica, en la década de 1960 aparece la corredera electromagnética. Está basada en la inducción que se produce en unos electrodos de bronce adosados al exterior de un domo, cuando el buque se desliza hacia delante cortando las líneas magnéticas generadas por un electroimán

⁸ Este tema es tratado más a fondo por García Franco (1947: vol.1, 97).

⁹ Se puede ampliar la información en cuanto a fechas en Consilium (s.f. a).



Figura 2.9 Corredora eléctrica tipo SAL.

Fuente: Ibañez et al. (2009:429)

en el interior del domo. Este voltaje llega a un amplificador donde la señal es aumentada y electrónicamente transformada en indicación de velocidad y distancia a los repetidores (Drápela, 2008) [v. Figura 2.10].

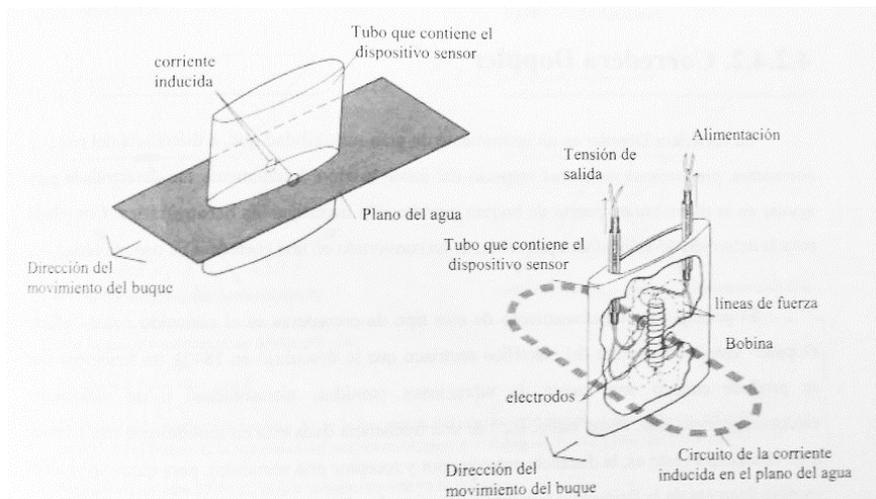


Figura 2.10 Detalles del sensor de la corredora electromagnética.

Fuente: Ibañez y Gaztelu-Iturri (2002:109)

La corredora doppler es la siguiente en ser introducida en el ámbito naval en la década de 1990. Estas corredoras suelen estar integradas con la sonda, emplea un sonar para emitir un impulso que rebota en el fondo marino o en el cambio de densidad del agua por profundidad y se vale del principio físico “efecto Doppler” para obtener la velocidad del barco [v. Figura 2.11].

Más moderna es la corredora satelital. Estas corredoras de reciente invención determinan la velocidad del barco mediante GPS. El método común consiste en un dispositivo integrado en el GPS y que mide el girocompás, el procesador realiza el cálculo de la velocidad, la tendencia y la estela del barco, que es comparada con el rumbo del barco. Nuevamente procesada muestra la velocidad longitudinal y transversal del barco¹⁰.

¹⁰ Definición obtenida de GLOBALSPEC.

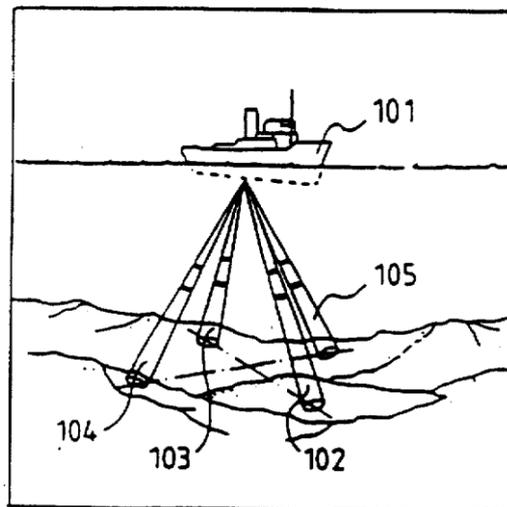


Figura 2.11 Sistema sonar para la medición de la corriente y corredera doppler.

Fuente: Perennes (1997:2)

Los compases satelitales, además del rumbo de fondo, también proporcionan otros datos como la situación GPS, la velocidad de fondo, la distancia recorrida y la velocidad con relación a los ejes longitudinal y transversal.



Figura 2.12 Corredera - compas satelital Furuno SC-130.

Fuente: Furuno (s.f. c: 1, 3).

2.2 NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA¹¹

Nos referimos a navegación astronómica al uso directo de la astronomía para navegar, en particular, a la determinación de la situación (latitud y longitud) del buque, a partir de la observación de determinados cuerpos celestes. Para ello empleamos principalmente, las coordenadas geográficas astronómicas, el tiempo y el movimiento aparente de los astros (Bowditch, 1995:793)

En Europa, parece que fueron los fenicios, por el año 610 a.C., los primeros en emplear las estrellas para guiarse, tal y como relata Heródoto¹². Este primitivo método de navegación astronómica consistía en guiarse empleando los astros circumpolares como referencia. Se cree que los fenicios enseñaron la

¹¹ La principal fuente de información para este capítulo ha sido el trabajo de Ibáñez (2002): *La difusión de conocimientos náuticos en la España decimonónica*.

¹² Achútegui (1996:229) nos indica que realizaron la travesía desde el Mar Rojo hasta el Mediterráneo rodeando el continente africano.

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

navegación astronómica a los romanos y los griegos, aunque serían estos últimos los que lo desarrollarían gracias a Tales de Mileto, quien llevó a Grecia los conocimientos astronómicos aprendidos en Egipto. Muchas de las fórmulas desarrolladas por los griegos para el cálculo de la altura de los astros se han conservado hasta la actualidad con alguna modificación debido a los avances.

Hiparco (160 a.C.) ya redactó un catálogo de astros cuya posición se establecía por declinación y ascensión recta, este catálogo simplificó el cálculo de la latitud¹³. También se le considera el inventor de la trigonometría esférica actual y estableció los primeros conceptos de posicionamiento mediante la observación de astros. De hecho, el sistema de coordenadas geográficas que empleamos en la actualidad, perfeccionado con el paso del tiempo, se basa en el establecido por Hiparco.

Durante el Imperio Romano el estudio cosmográfico continuó su desarrollo de la mano de estudiosos de origen griego. Uno de los grandes exponentes fue Ptolomeo, que realizó una amplia recopilación de conocimientos astronómicos¹⁴ profusamente empleados en Europa desde su descubrimiento en el siglo XII a pesar de los grandes errores que contenía. Durante esta época fue empleado el gnomon para realizar las observaciones y los cálculos astronómicos, hasta que Ptolomeo diseñó el astrolabio astronómico plano, basado en el astrolabio, cuyo origen se desconoce. Dicho instrumento sería modificado y mejorado a lo largo del tiempo, una de dichas mejoras llevaría al astrolabio náutico.

El desarrollo de esta ciencia sufriría un revés en el siglo II debido a la regresión de la cultura clásica como consecuencia de la caída del Imperio Romano.

A mediados del siglo VIII la expansión árabe abarcaría desde España hasta China, pasando por importantes centros intelectuales, momento en el que comenzaría un gran trabajo de traducción de textos clásicos al árabe. Su principal influencia en la astronomía fue india y persa, que mejorarían gracias a la numeración decimal, el desarrollo de la trigonometría y la construcción de observatorios. Esto llevaría a la concepción de las tablas astronómicas más precisas de la época en el siglo XVI.

La navegación astronómica fue el principal recurso que permitió la navegación oceánica en el siglo XVI. No obstante, esta se limitaba a la determinación de la latitud mediante la medición de la altura de los astros empleando ballestillas, astrolabios y cuadrantes.



Figura 2.13 Cuadrante, astrolabio náutico y ballestilla, contruidos por Xabier Arbiza en 2002.

Fuente: Archivo personal.

En el hemisferio norte tenemos la estrella polar, que es un astro circumpolar, es decir, da vueltas en torno al eje polar. Además de ser el astro más cercano al eje, en la actualidad. Gracias a la observación

¹³ En aquella época ya era posible conocer la latitud de un lugar.

¹⁴ Recogidos en su libro conocido con el título árabe de "Almagesto" en el año 150 d.C.

de la altura de estrellas próximas al polo sobre el horizonte, el cálculo de la latitud tuvo fácil solución, a pesar de la escasa precisión de los instrumentos de la época, tal como se muestra en la Figura 2.14.

No obstante, a medida que el mundo se abría a los exploradores portugueses, estos se toparon con el problema de que en el hemisferio sur se perdía de vista la estrella polar. La solución se obtuvo al poco tiempo, en 1505, cuando desarrollaron una regla para obtener la latitud a partir de la constelación Cruz del Sur.

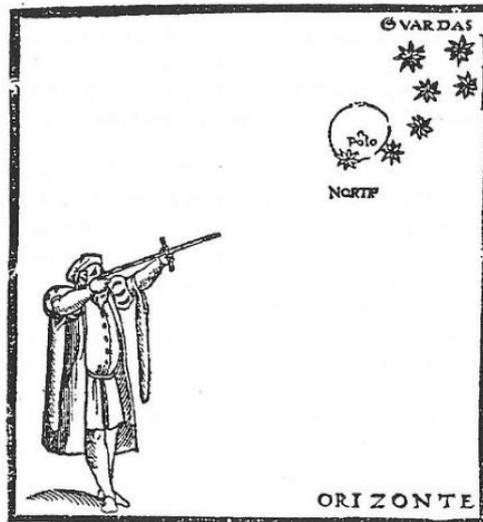


Figura 2.14 Observación de la estrella polar con la ballestilla.

Fuente: Ibáñez (2002:64)

También data de esta época el empleo de la observación del sol a mediodía para determinar la latitud de forma generalizada, pues anteriormente sólo se hacía en días señalados.

En relación con la determinación de la longitud, no sería practicable en la mar hasta bien avanzado el siglo XVIII. Tal era el problema por resolver, que los diferentes gobiernos europeos ofrecieron grandes recompensas y premios económicos a aquél que obtuviese la resolución al problema. El más importante fue el establecido en Inglaterra en 1714 de 20.000 Libras. Las soluciones planteadas se dividieron entre los tipos teóricos y mecánicos.

Ya en 1514 John Werner (1468-1522) propuso la solución lunar para calcular la longitud en base a la posición de la Luna con respecto algunas estrellas. Debido a la imperfección de las tablas lunares no fue una solución adecuada en su momento. John Flamsteed (1646-1719) fue nombrado astrónomo real por Carlos II de Inglaterra en 1675 y puesto a cargo del recientemente establecido Observatorio de Greenwich. Investigó un sistema para medir las alturas de las estrellas de forma precisa y un método para predecir las distancias lunares empleando las teorías de Isaac Newton (1643-1727). A Flamsteed lo sucederían a cargo del observatorio E. Halley (1656-1742) en 1720, que siguió desarrollando los métodos de predicción de su antecesor, consiguiendo una notable mejora. Las tablas lunares no serían precisas hasta 1757, cuando el Capitán J. Campbell (1720-1790) puso a prueba las tablas de distancias lunares de Tobias Mayer (1723-1762) y constató que eran lo suficiente precisas. Tomándolas como referencia, en 1765 se publicaría el primer almanaque náutico para el año 1767.

A demás de la continua mejora de las tablas lunares por los astrónomos, fue determinante el estudio de los instrumentos de reflexión de John Hadley (1682-1744), tanto para el estudio de los astros, como para la medición de estos. En 1731 Hadley¹⁵ inventó un octante, llamado así porque se trata de un

¹⁵ Según Cotter (1968:77), describió dos instrumentos, de los cuales el segundo sería el aceptado por los navegantes.

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

sector circular de 45° , es decir, un octavo de la circunferencia. Basado en la doble reflexión de la luz en espejos planos, el instrumento tuvo una gran acogida gracias a la exactitud que ofrece a la hora de medir las alturas de los astros, permitiendo reunir horizonte y astro en una misma visual en la Figura 2.15 podemos ver el principio de funcionamiento.

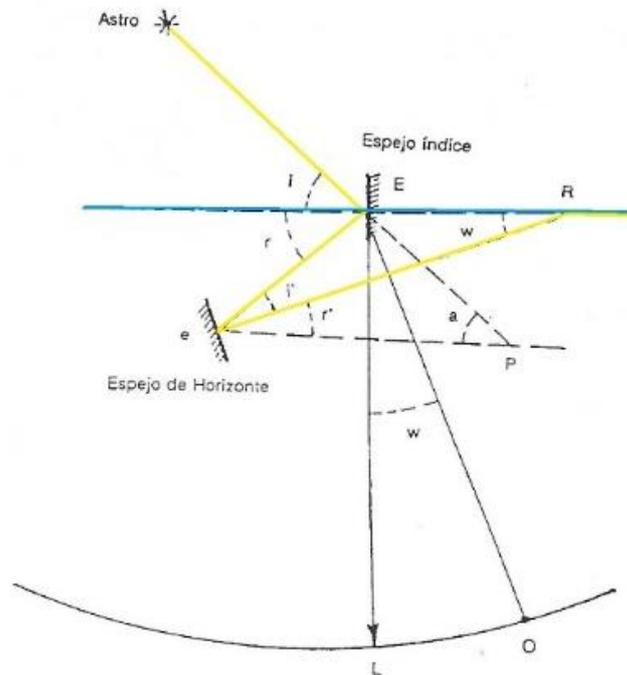


Figura 2.15 Principio de funcionamiento de los instrumentos de reflexión.

Fuente: Ibáñez (2002:111) y añadidos propios

Este instrumento seguiría siendo paulatinamente mejorado hasta que en 1757 John Bird (1709-1776) construiría el primer sextante, en base a las sugerencias del capitán Campbell. Este descendiente del octante reemplazó a su predecesor gracias a su mejor manejo, que se emplearía incluso para calcular la distancia a objetos en la costa conociendo su elevación¹⁶.

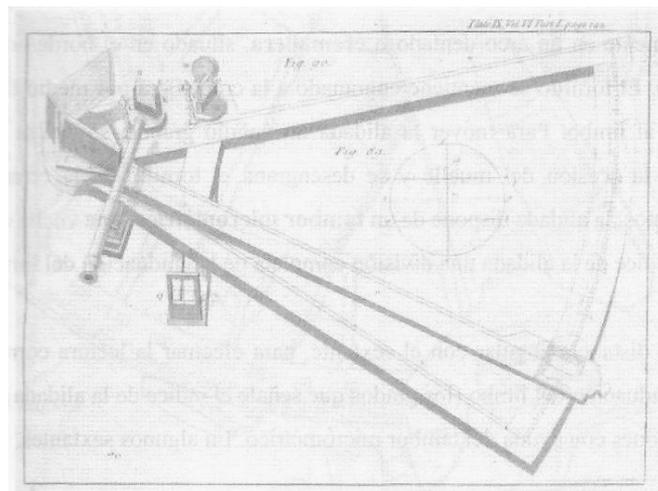


Figura 2.16 Segundo modelo del cuadrante Hadley (1731).

Fuente: Ibáñez (2002:471)

¹⁶ Como se ha indicado al principio de este capítulo, con el compás y el sextante se podía obtener una posición a partir de un objeto costero observado.

El otro método desarrollado es conocido como el método del cronómetro y ya fue propuesto por Hernando Colón (1488-1539) en 1524. Dicho procedimiento consistía en comparar la hora local con la hora de un punto de referencia, Hernando proponía que dicho punto fuera el puerto de salida. Si bien el problema de la longitud quedaba teóricamente resuelto, los instrumentos de la época no eran precisos y la longitud obtenida no tenía la suficiente exactitud para una navegación.

John Harrison (1693-1776) construyó en 1735 H-1 (v. Figura 2.17), un cronómetro marino mecánico que cumplía con los requerimientos de precisión de la Royal Society. que sería embarcado en HMS Centurión para su prueba y ampliamente alabado por el capitán del barco, lo que valió para conceder a Harrison 500 libras para mejorar su diseño. Tras la construcción de los prototipos H-2 y H3, finalizó en 1759 el H-4. Este reloj era más pequeño y preciso que sus predecesores y durante su prueba de cuatro años se había retrasado menos de 2 minutos, lo que lo habilitaba para recibir el premio de 20.000 libras, aunque no la cobraría hasta mucho después tras numerosas reclamaciones.

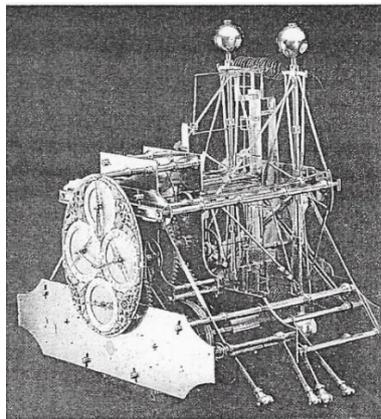


Figura 2.17 Cronómetro H-1.

Fuente: Achútegui (1996:248).

La paulatina mejora técnica de los cronómetros marinos y su reducción de costes, así como su mayor sencillez hizo que este se impusiera al método lunar. Que demostró tener grandes errores y no ser tan preciso como parecía.

Así a mediados del siglo XIX el cronómetro marino se unió al sextante náutico como instrumento básico para la navegación astronómica, a los que también se añadiría el almanaque náutico. Su uso sigue vigente en la navegación marítima, aunque se ha visto reducido con la aparición de los modernos sistemas de navegación por satélite, que combinan una mayor precisión y sencillez en su operación.

2.3 NAVEGACIÓN RADIOELECTRÓNICA

Nos referimos al conjunto de técnicas de navegación empleando equipos de posicionamiento que emplean ondas radio. Entre ellos está la radiogoniometría, los sistemas hiperbólicos, la navegación por radar, y la navegación por satélite.

La radionavegación se desarrolló gracias a las revoluciones tecnológicas del siglo XX, como complemento a la navegación costera visual, al no depender de las condiciones meteorológicas del momento.

2.3.1 Radiogoniometría

Los radiogoniómetros permitían establecer la posición del barco mediante las ondas de radios irradiadas por radiofaros. Como nos explica Bowditch (2002:162) estos dispositivos detectaban las señales de radio emitidas por estaciones conocidas de forma periódica en las cercanías del buque. Una vez identificada la señal de la estación la antena del radiogoniómetro era posicionada hasta obtener una

señal clara tomando así la demora, o radiodemora, a la estación¹⁷, el procedimiento era repetido con una o dos estaciones más para poder establecer la posición.

Estas estaciones se establecieron a lo largo de las costas en la primera mitad del siglo XX tenían un alcance de hasta 200 millas. Según Fernández Casado (1927:417), su emisión se realizaba:

Al principio de todas las horas, (independientemente del estado de la atmósfera): un grupo de señales de gran potencia (alcance, 200 millas).

Todos los cuartos de hora restantes (en tiempo de bruma): un grupo de señales de pequeña potencia (alcance, 50 millas).

Cada transmisión agrupaba tres emisiones características indicativas del radiofaro.

Estos sistemas de navegación fueron ampliamente empelados a lo largo del siglo XX, hasta que la tecnología de posicionamiento satelital lo dejó obsoleto. Aún se pueden encontrar hoy en día radiofaros emitiendo en algunos países.

2.3.2 Radar

Se trata de un instrumento de detección de blancos. Como ayuda a la navegación permite una visualizar elementos, ya sean fijos (boyas) o móviles (otros barcos), muy precisa en condiciones de baja visibilidad. Utilizado como equipo de navegación, permite obtener la situación del buque hallando la distancia y demora a un objeto conocido.

Inventado en 1903 en Alemania por Christian Hulsmeyer, al principio sólo tenía capacidad de detectar barcos a una milla de distancia. En 1922 Marconi comenzaría a desarrollar la tecnología bajo el auspicio de la armada italiana. EL desarrollo de esta tecnología se priorizó entre 1930 y 1940, debido a la situación política en Europa, y tuvo dos vertientes de desarrollo. Por un lado, Inglaterra buscaba la capacidad de detectar aviones dentro de su espacio aéreo y alertar a su propia aviación; Estados Unidos, a su vez, trataba de mejorar las capacidades de sus buques y de control de disparo. Ambos países desarrollaron la tecnología de forma paralela hasta 1940. Sir Winston Churchill aprobó el traslado de tecnología y el desarrollo conjunto entre Inglaterra y los Estados Unidos, manteniendo aún sus propias prioridades de aplicación.

En 1948 el MIT, Massachussets Institute of Technology, comenzó el desarrollo del radar para fines civiles, principalmente el meteorológico. Por otra parte, las fuerzas militares y empresas afines continuaron su desarrollo en el ámbito denominado guerra electrónica.

En la década de 1980, con el avance de la tecnología de computación, fue posible añadir un sistema anticolidión. El ARPA, Automatic Radar Plotting Aid, sistema para realizar un seguimiento automático de los blancos y calcula el punto de cruce mínimo, ayudando a prevenir posibles colisiones¹⁸.

2.3.3 Sistemas de Navegación Hiperbólica

Estos sistemas de navegación se basan en medir la diferencia de tiempo de recepción de dos o más señales de radio enviadas desde varias estaciones, tal y como nos indica Soler (1970:134) en sus artículos. Algunos de los sistemas más empelados en la navegación marítima fueron el Decca, el LORAN y el Omega. Si bien los tres se basan en el mismo principio de funcionamiento, se diferencian entre ellos en las frecuencias de radio empeladas, que permitían diversos alcances y precisiones.

¹⁷ Este procedimiento es conocido como radiogoniometría.

¹⁸ El Reglamento Internacional de Prevención de Abordajes en el Mar (RIPA) no exime a los navegantes de mantener la atención en su entorno.

2.3.3.1 Decca.

El primero de ellos, el Decca, fue concebido por el ingeniero estadounidense William J. O'Brien en 1936 en Estados Unidos como un método para medir la velocidad de un avión con relación a tierra. Pero acabaría siendo desarrollado por la compañía Londinense Decca Radio and Television Ltd. Como otros sistemas sería impulsado la Segunda Guerra Mundial, su primer uso sería durante el desembarco de Normandía por los aliados. Se encendió el día anterior para guiar a los buques a través de los pasos abiertos por los dragaminas y sería apagado al día siguiente hasta el final de la guerra, presumiblemente por el secretismo del proyecto. En 1945 fue fundada la compañía Decca Radio and Television Ltd. que comenzaría su desarrollo y establecimiento de las antenas de este sistema.

El sistema empleaba una cadena de estaciones formada por una estación maestra y varias esclavas que transmitían en determinadas frecuencias. Una estación maestra radiaba ondas a una determinada frecuencia mientras otra estación esclava radiaba otra frecuencia de forma sincronizada¹⁹. El instrumento de a bordo Decca empleaba la comparación de las diferentes fases de las radiofrecuencias emitidas para poder determinar la posición del buque.

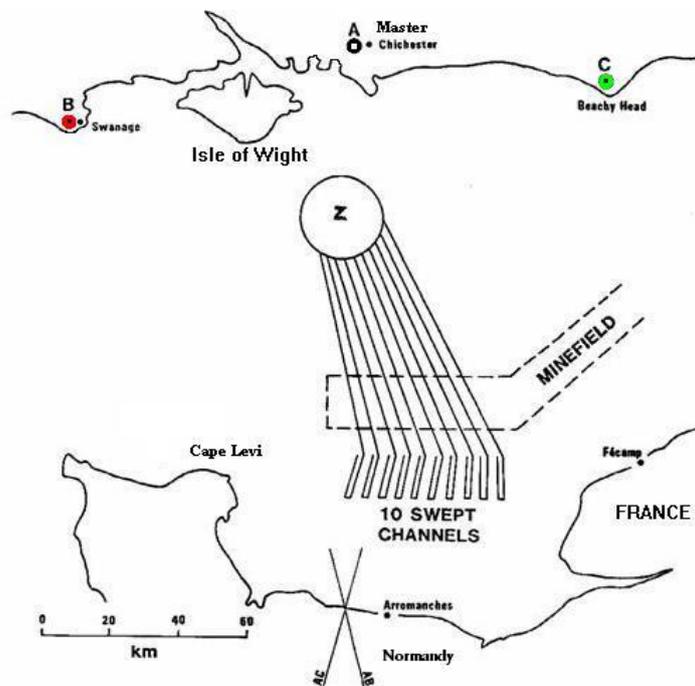


Figura 2.18 Esquema de la cadena empleada para la Operación Neptuno durante el Desembarco de Normandía.

Fuente: http://jproc.ca/hyperbolic/decca_hist.html

2.3.3.2 LORAN

El siguiente fue el LORAN (LONG RANGE Navigation).

El LORAN-A comenzó a desarrollarse en 1939 como ayuda a la navegación de la aviación y los convoyes aliados durante la Segunda Guerra Mundial, cada estación tenía un número de unidad y su localización era secreta.

¹⁹ Explicación obtenida de Soler (1970:304). Se puede recurrir al mismo artículo para más información.

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

Este sistema fue reemplazado en 1945 por el sistema LORAN-B, con mejoras técnicas con respecto a su primera versión, para los buques americanos. En la Figura 2.19. podemos ver un mapa de las estaciones LORAN-A cuando comenzó el cambio al sistema B, las áreas claras representan el rango de acción durante el día y las áreas oscuras, el nocturno. El sistema continuó siendo desarrollado y en 1958 entró en servicio el LORAN-C, versión esta que hoy día sigue en uso con mejoras operativas gracias al avance digital en los años 80. No obstante este sistema es cada vez menos usado dado el desarrollo del GNSS (Global Navigation Satellite System) aunque sigue siendo la mejor opción para latitudes mayores de 60°.

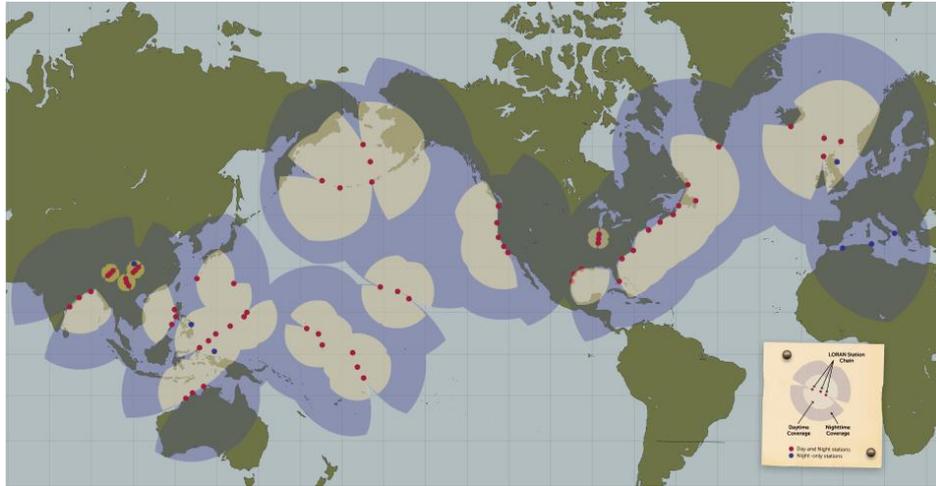


Figura 2.19 Cobertura LORAN-A en 1945.

Fuente: <http://www.loran-history.info/default.html>

2.3.3.3 Omega

El tercer navegador hiperbólico fue el Omega. Según Martín (1972:216) comenzó su desarrollo en 1967 y fue desarrollado por John Alvin Pierce. Los sistemas anteriores empleaban frecuencias HF, MF o LF, lo que hacía que la cobertura de estos fuese limitada, el Omega empleaba VLF (Very Large Frequency), que permitían un mayor alcance de señal, con lo que se pudo establecer una cobertura mundial.

Su funcionamiento era similar al Decca, con la excepción de que todas las estaciones de radio empleaban la misma frecuencia. El sistema estaba compuesto por 8 estaciones de radio diseminadas de forma que formasen los vértices de un exaedro inscrito en el globo terrestre (Soler, 1970:636).

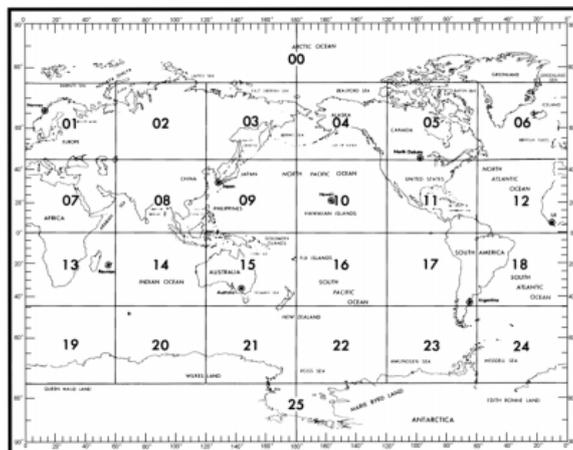


Figura 2.20 Tabla de áreas cubiertas por Omega.

Fuente: Bowditch (1995:205)

2.3.4. Sistemas de navegación por satélite.

La historia de este tipo de navegación comienza en 1957, cuando la URSS estableció el primer satélite artificial en órbita que estuvo emitiendo señales de radio durante tres días, lo que demostró la viabilidad de un uso geodésico de dichos satélites.

En 1964 EE. UU. comenzó a operar el sistema TRANSIT para la navegación de su armada y estuvo operativo hasta 1993, cuando fue definitivamente sustituido por el GPS, convirtiéndose en el primer sistema de navegación satelital civil. No fue el único, pues a finales de 1995 la URSS también puso en operativo el sistema de navegación GLONASS.

El sistema GPS establece la posición midiendo el retraso de recepción de la señal enviada por varios satélites con respecto a la copia generada por el receptor. Conociendo el retraso de llegada de la señal podemos conocer la distancia entre emisor y receptor, esta distancia conforma el radio de una esfera de posición. Empleando las esferas de posición de varios satélites se va delimitando el área de localización del buque hasta obtener su posición (Basterretxea, 2015:10.1).

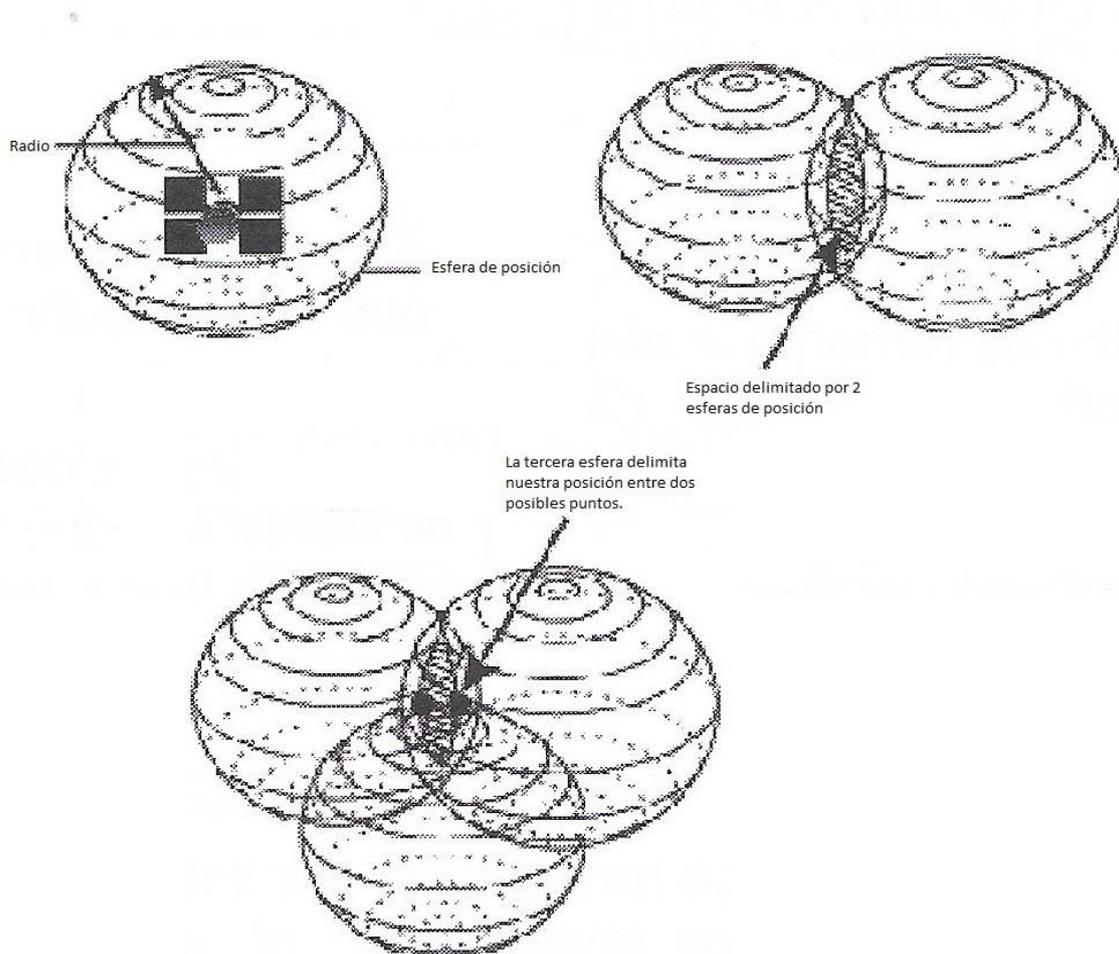


Figura 2.21 Proceso de acotado de la posición por el sistema GPS.

Fuente: Basterretxea (2015:10.2) y modificación propia.

Desde 1994 el Servicio Internacional de GNSS²⁰, un servicio voluntario que cuenta con la colaboración de 200 organizaciones en 80 países se encarga de gestionar las órbitas de los diferentes sistemas de

²⁰ Dow et al. (2009:191). En el mismo artículo podemos leer más sobre el SIG.

CAPÍTULO 2: Evolución de las técnicas de la navegación

geo posición, que actualmente cuentan con las constelaciones de satélites de los sistemas GPS, GLO-NASS, Galileo, BeiDou, QZSS, NAVIC y SBAS.²¹

Este instrumento para la navegación es el último que se ha desarrollado, posee la ventaja de darnos la posición del barco de forma instantánea y continua con una precisión de 10 metros. Esto ha causado que se haya convertido paulatinamente en el principal sistema de navegación.

²¹ Datos obtenidos de IGS: International GNSS Services.

CAPÍTULO 3:

LOS INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN DE LA ESCUELA

La Escuela de Náutica de Bilbao comenzó a formar marinos en 1740. En 1968 fue trasladada a Portugalete donde continua hasta el día de hoy, cumpliendo en el presente año de 2018 el quincuagésimo aniversario de su traslado.

Durante su andadura ha recabado numerosos instrumentos de navegación para facilitar la formación de su alumnado, si bien la escuela cuenta con instrumentos actuales para la formación, en este capítulo se muestran instrumentos que han sido retirados en su mayoría de su uso para la docencia y que se conservan en la escuela. La mayoría de las figuras de este capítulo han sido tomadas de Ibáñez, et al. (2009: 413-437) y como tales han de ser tomadas aquellas que aparezcan sin fuente.

3.1 INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN DE ESTIMA Y COSTERA.

3.1.1 Compases

La escuela cuenta con varios compases magnéticos y uno giroscópico, que se describen a continuación. En primer lugar, nos referiremos al compás acimutal. Este tipo de compases tienen la ventaja de ser portables, no obstante, para su uso a la hora de tomar referencias era necesario alinearlos con la quilla del barco.

- Compás acimutal Dumoulin Froment. Posiblemente se trata del compás de variaciones adquirido en el curso 1877-1878.

Compás de aguja seca cuyo mortero, de 21 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán, en una caja de madera octogonal de 32,5 cm de alto. La alidada de pínulas se estiba en la tapa. Cuenta con un farol extraíble de latón.

Inscripción en el interior de la tapa: Maison Lerebours & Secretan, Successeur Opticien de l'Observatoire & de la Marine. Magasins: 13 Place du Pont-neuf, Ateliers: 28 Place Dauphine, Paris; Inscripción en el compás: Marine. Dumoulin Froment a Paris.



Figura 3.1 Compás acimutal Dumoulin Froment.

Fuente: Archivo personal.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

La escuela dispone de modelos de bitácoras desde mediados del siglo XIX, que muestran la evolución que ha tenido a lo largo del último siglo.

- Compás magnético Sewill. Se trata del compás con pie de madera que inventariado en 1869. En dicho inventario se describe: "Consta de una bitácora con sus dos faroles y pie de caoba; un compás para id." Compás de aguja seca cuyo mortero, de 18,5 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán. Altura 103 cm desde el suelo. Cubichete de latón con dos faroles extraíbles.

Inscripción en el compás: Maker to the Queen of Spain. Sewill Liverpool.



Figura 3.2 Compás magnético Sewill.

- Compás magnético C. Plath del buque-escuela Marqués de Chávarri, construido en 1887. Compás de aguja líquida cuyo mortero, de 20 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán, en una bitácora de madera de sección octogonal, con una altura total de 133 cm. Para efectuar su compensación, no cuenta con barra Flinders, pero sí dispone de esferas de acero dulce. También tiene en la bitácora los orificios necesarios para introducir imanes longitudinales y transversales.

Inscripción en el compás y en la bitácora: C. Plath Hamburg.



Figura 3.3 Compás magnético C. Plath.

- Compás Magnético Whyte Thomson adquirido entre 1943 y 1944 para una sala de maniobra. Su mortero va montado sobre una suspensión cardán, en una bitácora de madera, con una altura total de 142 cm. Para efectuar su compensación, dispone de barra Flinders y esferas de acero dulce. También tiene en la bitácora los orificios necesarios para introducir imanes longitudinales y transversales.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

Inscripción en el compás ilegible por su mal estado de conservación.

Inscripción en la bitácora: Whyte, Thomson's 96 Hope St. Glasgow.



Figura 3.4 Compás Magnético Whyte Thomson.

Por último, la escuela dispone de un girocompás para mostrar a los alumnos.

- Gyro-compass Mk. EV Mod. 2 de la casa Sperry Marine. Se trata de uno de sus primeros modelos. Posiblemente adquirido para la enseñanza a mediados del siglo XX.

La maquinaria interna está completa.

Inscripción en la rosa: Sperry Gyro Compass. Manufactured by Sperry Gyroscope Company. London



Figura 3.5 Girocompás Sperry Marine.

Fuente: Archivo personal.

3.1.2 Correderas.

En cuanto a las correderas, la escuela dispone de varias correderas que se han usado para la enseñanza.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

- Corredera mecánica manual patente Walker del buque-escuela Marqués de Chávarri, formó parte de la sala de maniobra instalada el curso 1943-1944.

Consta de una hélice de forma alargada (34 cm), de 4 palas, que se remolca por la popa por medio de un cabo de longitud entre una y dos esloras del buque (zaga) (68 m). El paso de la hélice está calculado y, al andar el barco, se produce un movimiento de giro que es transmitido a un contador situado en el coronamiento de popa, a la banda de sotavento. Instalado en el cabo de remolque y cerca de la popa lleva un volante de inercia (de 26 cm de diámetro), para regular el movimiento de giro, compensando las alteraciones debidas a las olas... El cabo se engancha a un eje giratorio de un aparato contador (diámetro 8 cm y 21 cm de largo), que cuenta con una muestra graduada en cien partes iguales, representando una milla cada una.

Inscripción en el contador, en la muestra: Walker's patent "Cherub" (Mark II) Ship Log.

Inscripción en el lateral: Walker's Cherub Ship log T.W. (Mark II) 900.

Inscripción en cada pala de la hélice: T.W. Cherub.



Figura 3.6 Corredera Mecánica Walker.

Fuente: Archivo personal.

- Corredera eléctrica tipo SAL adquirida en 1968. Se encuentra montada en un panel para la docencia.

Consta de un aparato magistral (modificado); un repetidor de velocidad; un repetidor de distancia con unidad de impulso; una válvula Pitot; una válvula estática; dos purgadores; dos válvulas de amortiguamiento; una caja de herramientas; un transformador de alimentación; tubo de cobre; un tubo Pitot corto; una cabeza Pitot; un tablero; un soporte metálico; una caja de pulsadores.

Inscripción: Corredera SAL 319 Caja de herramientas y piezas de recambio. Fabricado con licencia de Svenska Ackumulator AB Jungner Sweden por Experiencias Industriales S.A., Aranjuez.



Figura 3.7 Corredera eléctrica tipo SAL.

Fuente: Archivo personal.

3.2 INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA.

Los instrumentos esenciales de la navegación astronómica hoy día son el sextante y el cronómetro marino.

3.2.1 Sextantes

Como hemos visto, el sextante es un instrumento empelado para medir el ángulo formado en el ojo del observador entre el astro y el horizonte, dato que se denomina altura del astro y que es necesario para calcular la posición.

La escuela ha adquirido varios sextantes a lo largo de su historia, algunos de los que conserva son los siguientes:

- Sextante Ludolph N.º XXI-380 Adquirido entre 1862 y 1869. Tiene un sector circular de 60°, de 16,5 cm de radio. Escala del limbo de - 5° a 150°, graduado en divisiones de 10', con escala nonio asociada que permite precisar 10" y lupa para la lectura.

Sistema de fijación de la alidada: tornillo de presión.

Estibado en la caja de madera (30 x 27 x 13,5 cm).

Inscripción: En el limbo: Welag XXI-380 W. Ludolph A. G. Bremerhaven.



Figura 3.8 Sextante Ludolph.

Al sextante Ludolph se podía añadir un horizonte artificial. Según Cotter (1968:92) Su primera versión fue creada en 1732 y se empleaba para poder realizar observaciones de los astros en momentos en los que podía ser difícil adquirir el horizonte de la mar.

- El instrumento en posesión de la escuela fue adquirido entre 1862 y 1869. Horizonte artificial con baño de mercurio, estibado en caja de madera (19 x 15 x 13 cm). El mercurio se almacena en la botella de madera. Para utilizarlo, se vierte mercurio en el recipiente de madera (14 x 7,5 cm), para que forme una superficie horizontal especular en la que se reflejan los astros, para ser observados con el sextante. La caja triangular con cristales se coloca sobre el recipiente para evitar que el viento pueda alterar la superficie horizontal de mercurio.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela



Figura 3.9 Horizonte artificial.

Finalmente, también se dispone de un trípode o soporte para sextantes de la marca Ludolph.

- Adquirido entre 1862 y 1869. Se estiba desmontado en caja de madera (35 x 27,5 x 10 cm), tiene una altura de 34 cm.



Figura 3.10 Trípode/Soporte para sextante.

- Sextante Enosa Guardiamarina Nº175 Encargados en julio de 1968 a Fernando Blanco Montejo.

Sector circular de 60°, de 16 cm de radio.

La escala del limbo está graduada desde - 5° a 155°, graduado de 10', con escala nonio asociada que permite apreciar 20" y lupa para la lectura.

Sistema de fijación de la alidada: tornillo sin fin.

Estibado en caja de madera (29,5 x 27,5 x 16,5 cm).

Inscripción: Exterior caja: Enosa Madrid Sextante Guardiamarina.



Figura 3.11 Sextante Enosa.

3.2.2 Cronómetros

El cronómetro marino se emplea para poder medir con precisión el tiempo estándar de un meridiano de referencia²².

La escuela dispone de dos cronómetros marinos mecánicos. Este tipo de relojes han derivado, con sustanciosas mejoras en su fabricación y materiales, del modelo P. Le Roy (1717-1785), desarrollado de forma paralela al H-4 de Harrison²³ y que demostró ser superior a este.

- Cronómetro Marino Joseph Sewill N.º 1301. Adquirido en 1860.

Esfera de 12 cm. de diámetro, con indicadores de horas, minutos, segundos y estado de la cuerda (de 0 a 8 días). El mortero está montado sobre una suspensión cardán, en el interior de una caja de madera de doble tapa (20,5 x 20,5 x 21,5 cm), con bisagras, esquinas y asas de latón.

Inscripción en el cronómetro: Joseph Sewill. 68, Southcastle St. Liverpool. N.º 1301.



Figura 3.12 Cronómetro Marino Joseph Sewill.

- Cronómetro Marino Thomas Hewitt N.º 1560. Posiblemente se trata del cronómetro del buque-escuela Marqués de Chávarri, construido en 1887.

Esfera de 10 cm. de diámetro, con indicadores de horas, minutos, segundos y estado de la cuerda (de 0 a 56 horas). El mortero está montado sobre una suspensión cardán, en el interior de una caja de madera de doble tapa (17,5 x 17,5 x 17,5 cm), con bisagras, esquinas y asas de latón.

Inscripción en el cronómetro: Thomas Hewitt Maker to the Admiralty London N.º 1560.

Inscripción en la caja: exterior, Thomas Hewitt N.º 1560 London.



Figura 3.13 Cronómetro Marino Thomas Hewitt.

²² Hoy en día se emplea el meridiano que pasa por Greenwich, Reino Unido, como meridiano de referencia.

²³ Ver Capítulo 2, p.35.

3.2.3 Otros dispositivos y publicaciones.

A demás de los instrumentos mencionados a lo largo del proyecto, la escuela dispone de otros dispositivos que ha empleado para la formación.

- Naviesfera. El manual de Carnahan (1943:7) nos explica que se trata de un instrumento para identificar astros. Por necesidad es construido de forma que vemos las estrellas por fuera, hay que recordar que nuestra posición de observador es en el interior de la esfera. Si la esfera es ajustada de forma correcta, las estrellas deberían estar en la misma posición relativa que poseen en la esfera celeste. Esta esfera muestra una selección de astros relevantes, identificando sus constelaciones, y nebulosas, pero no del sistema solar (por la gran cantidad de cambios apreciables continuos), ni de los astros polares (por motivos mecánicos). Tiene inscritas diferentes graduaciones.



Figura 3.14 Naviesfera de la escuela.

Fuente: Archivo personal.

Otro instrumento empleado para identificar astros es el Star Finder, se trata de una publicación náutica²⁴ que permite realizar una identificación rápida de un astro desconocido observado mediante un medio visual mecánico conociendo la altura verdadera del astro desconocido y su azimut verdadero en un instante determinado.

- En el caso de la escuela, se trata de un dispositivo de mayor tamaño para hacer demostraciones didácticas.

Diámetro: 122 cm

Inscripción: 2102-D



Figura 3.15 Star Finder de gran formato para demostraciones.

²⁴ Publicación H.O. 2012-D del US Naval Oceanographic Office.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

Además de los cronómetros marinos, la escuela dispone de un cronómetro solar de M. Fléchet y data de finales del siglo XIX. Se basa en el gnomon²⁵ para medir la hora con respecto a la posición del Sol en el momento, lo que indica la hora verdadera del lugar.

- Adquirido al final del siglo XIX. Cronómetro solar de M. Fléchet, de 15,5 cm de diámetro.

Inscripción: Chronomètre solaire A Molteni 44 rue du Château d'eau Paris



Figura 3.16 Cronómetro solar.

Al igual que los instrumentos, la escuela ha conservado diversas publicaciones náuticas que se guardan en diferentes estados de conservación en el fondo antiguo de la biblioteca. A continuación, mencionamos algunas de ellas relacionadas a los temas e instrumentos vistos que pueden ser de interés.

- *Colección completa de tablas para los usos de la navegación y astronomía náutica por José de Mendoza y Ríos* (1863). Madrid, Imprenta de J. Martin Alegría.

Se trata de una reedición española de las Tablas Inglesas de Mendoza y Ríos de 1809, que a su vez son una versión mejorada de las publicadas en 1800 en Madrid. La publicación es un compendio de tablas empleado en la navegación para facilitar los cálculos.

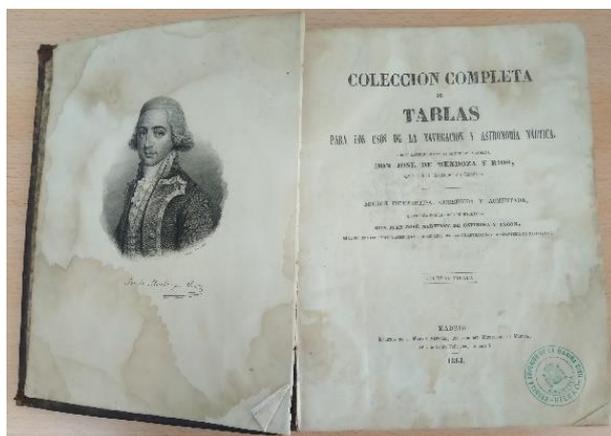


Figura 3.17 Tablas náuticas de Mendoza y Ríos.

Fuente: Archivo personal.

- *L'art de nauiguer de maistre Pierre de Medine, espagnol: contenant toutes les reigles, secrets, & enseignemens necessaires, à la bonne navigation.* Editorial Maxtor, Valladolid. 2012. En la Figura 3.18 se muestra con su estuche.

²⁵ La sombra del gnomon es infinita a la salida del Sol, que se va reduciendo a lo largo del día, hasta llegar este al meridiano superior de lugar y opuesta a medida que transcurre la tarde. También varía la longitud de la sombra según las estaciones, siendo completamente recta en los equinoccios y ligeramente curva durante el resto de los periodos, alcanzando la máxima curvatura en el solsticio.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

Se trata de una copia de una publicación francesa de 1554. El libro es un tratado sobre la navegación española escrito por Pedro de Medina (1493– 1567) y traducido al francés, ilustrado y ampliado por Nicolas de Nicolai.

Encuadernado en tapa dura, tienen un bajorrelieve que presenta un mapamundi de la época con África en el centro. Se presenta en el interior de un estuche de cartón con la portada impresa.



Figura 3.18 Libro L'art de nauiguer de maistre Pierre de Medine.

Fuente: Archivo personal.

- *Instrucion Nauthica, para el buen uso, y regimiento de las Naos, su traça y gobierno conforme a la altura de Mexico. Cópuefta por el Doctor Diego garcia de Palacio, del Cófejo de fu Mageftad y fu Oydor enla Real audiéncia de la dicha Ciudad.* Editorial Maxtor, Valladolid. 2012. [v. Figura 3.19]

Copia de un tratado de navegación en las costas de Méjico de Diego García de Palacio (1540-1595) con licencia en Méjico de 1587.

Encuadernado en tapa blanda, trae en su portada la porta original impresa.



Figura 3.19 Libro "Instrucion Nauthica".

Fuente: Archivo personal.

- *Tratado de Náutica* por Ignacio Fossi Gutierrez. Editorial Dossat, Madrid. 1945. [v. Figura 3.20]
- Tratados de navegación de 1945 que constan de dos partes: Astronomía náutica; y Navegación. La escuela además posee varios volúmenes más de forma separada del segundo libro, Navegación.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

Publicación en tapas duras y forrado para su conservación, se encuentra en un estado de desgaste por el uso. Los otros libros se encuentran en similar estado, algunos de ellos no se encuentran forrados.

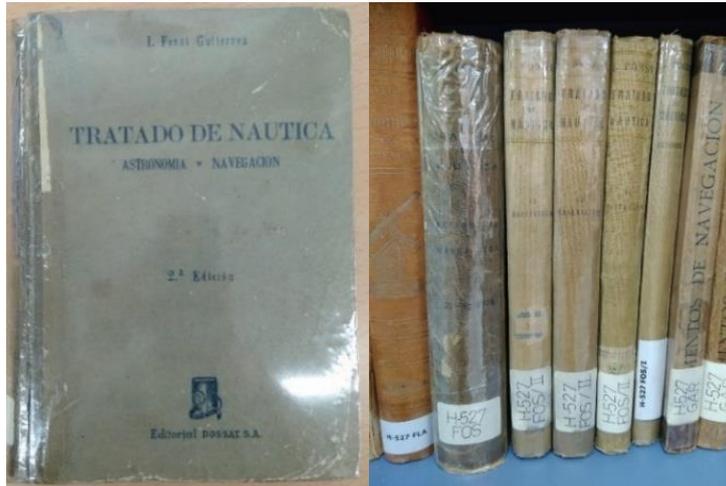


Figura 3.20 Tomo único con los dos libros del tratado (izda.) y colección de tratados de Navegación (dcha.).

Fuente: Archivo personal.

- *Person's Nautical Almanac 1930*. Imray, Laurie, Norie & Wilson, Ltd. London. [v. Figura 3.21] Almanaque náutico para el año 1930.

Encuadernado en tapa dura. Los cantos de la tapa presentan desperfectos, pero sus páginas se encuentran en buen estado.

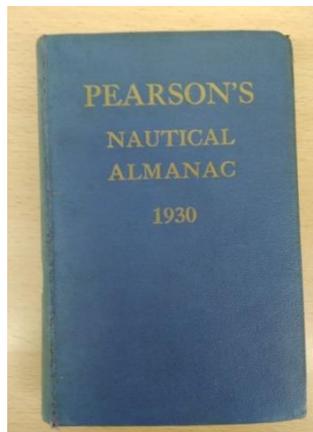


Figura 3.21 Almanaque Náutico de Pearson 1930.

Fuente: Archivo personal.

- *Tablas de Azimuts*. Antonio Terry y Rivas. Imprenta de la viuda e hijos de Abienzo, Madrid 1884. [v. Figura 3.22]

Publicación de tablas azimutales para los cálculos astronómicos del observador. Esta publicación en particular es para astros con declinaciones inferiores a 30° y entre los paralelos 0° y 60° de ambos hemisferios.

Encuadernado en tapa dura, el lomo se encuentra muy dañado y el interior notablemente desgastado.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela



Figura 3.22 Tablas de Azimuts publicadas en 1884.

Fuente: Archivo personal.

- *Sun's true bearing or Azimuth tables*. Eyre & Spottiswoode, Ltd. London. 1914. [v. Figura 3.23] Publicación inglesa de tablas azimutales para los cálculos astronómicos del observador. Las tablas se encuentran tabuladas a intervalos de 4 minutos entre las latitudes 30º y 60º. La primera impresión fue en 1914.

Encuadrado en tapa dura, la cubierta se encuentra en buen estado, las páginas interiores muestran un pronunciado desgaste por su uso.

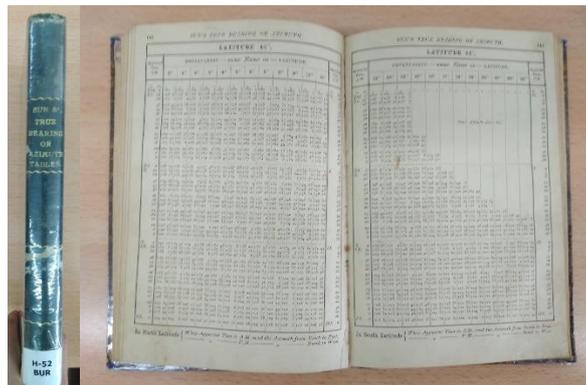


Figura 3.23 Sun's true bearing or Azimuth tables 1914. Lomo (izqda.) y páginas internas (dcha.).

Fuente: Archivo personal.

3.3 INSTRUMENTOS PARA LA NAVEGACIÓN RADIO-ELECTRÓNICA.

3.3.1 Radiogoniómetros

Entre los instrumentos de radionavegación la escuela tiene varios radiogoniómetros para la navegación radiogoniométrica.

- Radiogoniómetro RGX-1. Se cree que fue adquirido entre 1939 y 1942 para ser instalado en el gasolino Iparra.

Consta de unidad presentación visual y antena de cuadro fijo 354 n/52 N.º 6.079

Inscripción: Empresa Nacional Radio Marítima.



Figura 3.24 Radiogoniómetro RGX-1.

- Radiogoniómetro Simrad ND2. Se trata de un radiogoniómetro que opera en manual y automático, adquirido en 1983.

Inscripción: Simrad ND2. ADF Model TD-A202B serial No. 1511311 Input AC 220 v. Weight 32 kgs. Made in Japan.



Figura 3.25 Radiogoniómetro Simrad ND2.

3.3.2 Radares

En cuanto a los radares que posee la universidad existen unos modelos que muestran la evolución que hay tenido estos dispositivos.

- Radar DECCA TM 629 donado en 1970, es uno de los primeros dispositivos radar comerciales que hay. El mejor conservado de los 3 radares Decca de la Escuela.

Inscripción: Decca Radar TM 629 Display Unit Type 4B03CA Class & Serial Number P-0877 Compass safe distance: standard 4 ft steering 3 ft. Decca Radar Ltd. Made in England.



Figura 3.26 Radar DECCA TM 629.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela

- Radar Digiplot. Fue instalado en 1963 como parte de un simulador de radar de la casa Redifón. Estuvo instalado en el aula 3.11 hasta 1993.



Figura 3.27 Radar Digiplot.

3.3.3 Navegadores hiperbólicos

La escuela posee varios navegadores hiperbólicos de diferentes sistemas.

- Sistema de navegación Decca Navigator Mk. XII. Este dispositivo de navegación hiperbólica fue adquirido en 1965 y disponía de un simulador de señales especial para la enseñanza.

Fabricado por la casa Decca Navigator Company Ltd.

Consta de los siguientes elementos: receptor tipo Mark 12; simulador de señales especial para la enseñanza [v. Figura 3.28].

Inscripción en el receptor: Decca Navigator Mk-12.

Inscripción en el simulador: The Decca Navigator Co. Ltd. London. MK XII/V Simulator Type 2536A Serial No. 015. Made in England.



Figura 3.28 Radiolocalizador Decca Navigator Mk. XII.

Fuente: Archivo personal.

CAPÍTULO 3: Los instrumentos de navegación de la escuela



Figura 3.29 Simulador de señales Decca.

Fuente: Archivo personal.

- Navegador LORAN Marconi Marine adquirido en 1970.

Consta de un Receptor Loran de Marconi Marine D-X Navigator, para señales A y C, transistorizado, con lectura directa de las diferencias de tiempo, completo con antena, repuestos y materiales de instalación; un simulador Loran de Marconi Marine, para señales A y C.

Inscripción en el simulador: Enac Loran A/C Simulator.



Figura 3.30 Navegador LORAN Marconi Marine.

- Sistema de navegación Omega Tracor adquirido en 1974. Fabricado por Tracor, Inc.

Consta de Receptor Omega Tracor. Registrador de líneas Tracor, modelo 700 RP. Simulador de señales Omega Tracor modelo.

Inscripción: Tracor Omega Navigator II



Figura 3.31 Navegador Omega Tracor.

- Navegador Computer Omega 1157. Donado en 1981.

Fabricado por Micro Instrumentns Co. Y donado por Utah Marine Companies.

Placa con inscripción: Donado a la Escuela Superior de la Marina Civil de Bilbao. En reconocimiento de la hospitalidad ofrecida a los oficiales españoles de Utah Marine Companies. 1 de diciembre 1981.



Figura 3.32 Navegador Omega 1157.

Fuente: Archivo personal.

3.3.4 Navegador por satélite

- Sistema de navegación TRANSIT Magnavox Mx 1112, adquirido en 1978.

Es un receptor de tercera generación del sistema TRANSIT. Fabricado por Magnavox Marine Systems.

Inscripción: Magnavox. Government & Industrial Electronics Co. Torrance California USA. Satellite Navigator. MX 1112.



Figura 3.33 Navegador satelital TRANSIT Magnavox.

Fuente: Archivo personal.

CAPÍTULO 4: LA EXPOSICIÓN

En este capítulo presentamos una sugerencia para elaborar la exposición. Explicaremos brevemente los elementos que se han tenido en cuenta para diseñarla y las opciones propuestas en consecuencia. Con estas propuestas se puede realizar una pequeña exposición que muestre los instrumentos de la escuela con un contexto histórico.

Se ha de recalcar que, aunque se puede realizar la exposición con lo expuesto a continuación, en este capítulo se ofrecen sugerencias y ejemplos para realizar la exposición. Ya que como han confirmado las diferentes fuentes empleadas, la exposición final difiere de la idea original a medida que se modifican cosas por cuestiones estéticas. Un ejemplo será el tamaño de letra de las bandas informativas.

Para continuar debemos entender que una exposición es la idea de explicar una historia en un espacio tridimensional (Locker, 2011:9). Y que este requiere del trabajo conjunto de un diseñador y de un preparador, así como de otro personal cualificado.

4.1 TIPO DE EXPOSICIÓN

Lo primero ha sido establecer el tipo de exposición. A la hora de realizar una exposición Locker (2011:36) establece que hay que tener en cuenta el mensaje a transmitir y por ello encontramos dos tipos de exposiciones: comerciales y culturales.

Una exposición cultural gira en torno a los bienes culturales de un lugar, históricos, artísticos, un lugar relevante... La narrativa suele estar centrada en la historia o mensaje que el artista desea transmitir.

Por otro lado, las exposiciones comerciales se realizan en torno a la historia de una marca y suelen estar dedicadas a cuestiones de un entorno comercial. Opcionalmente buscan promover y fomentar las relaciones culturales y comerciales, aunque siempre desde dicho punto de vista.

En este caso se ha tratado de realizar una exposición cultural en torno a la historia de la navegación marítima. En ella vamos a tratar de acercar a un público general cómo el ser humano ha ido perfeccionando las técnicas de la navegación a lo largo del tiempo, empleando para ello la evolución de los instrumentos empleados en la misma.

4.2 ORGANIZACIÓN Y GUION DE LA EXPOSICIÓN

Para representar esta exposición, se va a recurrir a una serie de carteles y a los instrumentos y recursos que la escuela ha puesto en el pasado a disposición de los alumnos para el aprendizaje y que aún se conservan en ella. Se compondrá de una serie de carteles y expositores o vitrinas junto con piezas más grandes.

Se propone un título para definir la exposición y atraer a visitantes: 'Historia de la navegación marítima a través de sus instrumentos'.

4.2.1 Organización de la exposición.

La exposición se compondrá de tres sets temáticos. Comenzará con una introducción del espectador en los cuatro términos de la navegación. A continuación, se mostrará los inicios de la navegación a partir de la navegación costera y como pasó a la navegación de estima a través de la evolución de los instrumentos, luego, se abordará el tema de la navegación astronómica que permitió al navegante situarse de forma más precisa y segura y las dificultades que se tuvieron que superar. Finaliza con la evolución a la navegación radioelectrónica nacida en el siglo XX y que ha desplazado en mayor o menor medida a las técnicas anteriores.

4.2.2 Guion de la exposición

Introducción (Al inicio del Set 1).

Se introducirá al espectador dentro de los cuatro términos de la navegación lo que le dará un marco de referencia dentro de la exposición mediante una banda informativa.

- Banda informativa con los cuatro términos de la navegación.

Set 1. Navegación costera y de estima

En este set mostraremos el desarrollo del compás magnético y de las correderas. Mostraremos algunos compases y correderas junto con una explicación de su desarrollo.

1.1. Compás.

- La magnetita como primer compás y las líneas isógonas.
- Compás azimutal Dumolin Froment (con comentarios a la aguja en 1269).
- Compás magnético Sewill.
- Compás magnético C. Plath.
- Compás Magnético Whyte Thomson.
- Girocompás Sperry Marine.

1.2. Correderas

- Corredera "Loch" y problemas cartográficos.
- Corredera mecánica Walker (con breve explicación).
- Corredera eléctrica SAL.
- Corredera electromagnética, doppler y Corredera-compás satelital.

Set 2. Navegación astronómica.

Contaremos brevemente la evolución de los primeros conocimientos astronómicos y las dificultades que se tuvieron para obtener un método para hallar las posiciones precisas de los buques, junto con los instrumentos que se desarrollaron para tal fin.

2.1. Orígenes y latitud.

2.2. Longitud.

- Sextante Ludolph, horizonte artificial y soporte para sextante.
- Sextante Enosa.
- Cronómetro marino Joseph Sewill.
- Cronómetro marino Thomas Hewitt.

- 2.3. Instrumentos de ayuda a la navegación astronómica.
 - Cronómetro solar.
 - Colección de publicaciones.
 - Naviesfera (con breve explicación, incluida del star finder).
 - Star Finder.

Set 3. Navegación Radioeléctrica

El último set mostrará los instrumentos empleados en el último siglo en la navegación radioeléctrica llegando al GPS, el instrumento más común hoy en día para la navegación. Se explicará brevemente cada tipo de navegación y los instrumentos.

- 3.1. Navegación radiogoniométrica.
 - Radiogoniómetro RGX-1.
 - Radiogoniómetro Simrad ND2.
- 3.2. Navegación por radar.
 - Radar DECCA TM 629.
 - Radar Digiplot.
- 3.3. Navegación Hiperbólica.
 - Radiolocalizador Decca Navigator Mk. XII.
 - Simulador de señales Decca.
 - Navegador LORAN Marconi Marine.
 - Navegador Omega Tracor.
 - Navegador Omega 1157.
- 3.4. Navegación por Satélite.
 - Navegador satelital TRANSIT Magnavox.

4.3 DISEÑO DE LA EXPOSICIÓN

A la hora de establecer el espacio de una exposición hay que tener en cuenta el público que acudirá, las facilidades para su acceso es algo en lo que se pone especial hincapié actualmente según Locker (1994:50).

También se ha tenido en cuenta la visibilidad de la exposición para la afluencia de público. Alonso y García (1999:163) nos indican la importancia del marketing de una exposición para que sea exitosa.

Teniendo esto en cuenta se ha escogido el vestíbulo de la planta baja de la escuela para establecer la exposición (v. Figura 4.1). Se expondrá en el denominado museo de anclas, que reforzará el trasfondo marino de la exposición y que va a facilitar el tipo de itinerario que se planteará más adelante.

Tiene la ventaja de que ofrece facilidades para su acceso para aquellos visitantes con capacidad de movimiento reducida²⁶. Y dado que no se prevé una promoción más allá del ámbito institucional y del boca a boca, esta localización también sirve a modo de escaparate hacia los viandantes, llegando de esta forma a un mayor público y cumplir su objetivo de la difusión de conocimientos.

²⁶ El acceso a personas de movilidad reducida es un indicativo constante en toda la bibliografía consultada.

Debido a esto, la disposición de rótulos y vitrinas se ha pensado para que sea fácilmente accesible a todos los públicos.



Figura 4.1 Plano de la planta baja de la E.T.S. de Náutica y Máquinas navales.

Fuente: Archivo personal.

4.3.1 Descripción de la planta y recorrido

El vestíbulo de la planta baja posee varias columnas y dos accesos al salón de actos. También acoge la exposición permanente de anclas, lo que es un añadido a la hora de ambientar la exposición. La exposición se distribuirá en sets cuyas áreas están limitadas por las propias columnas.

Esta planta cuenta con tres accesos directos a la calle, dos de los cuales carecen de desniveles, y cuatro accesos al garaje, también sin desniveles.

En cuanto al recorrido, nos referimos a la circulación de los asistentes a través de la exposición, como nos dice Belcher (1994:136) consiste en ofrecer al visitante una variedad de experiencias a medida que avanza. Un espacio organizado permitirá una fácil circulación a través de la historia que se desea narrar en la exposición. Los modelos típicos de circulación Lehenbruck se muestran en la figura 4.3.

El lugar escogido permite varios tipos de recorrido. Se sugiere un recorrido que combine el tipo lineal, debido al carácter lineal que se sugiere en el guion y daría una visión más contextualizada; y en bloque, aunque más caótico, permite al visitante pasar de una parte a otra y fijarse en detalles de interés, gracias a que se ha dividido la exposición en tres bloques principales o sets [v. Figura 4.4].

CAPÍTULO 4: La Exposición

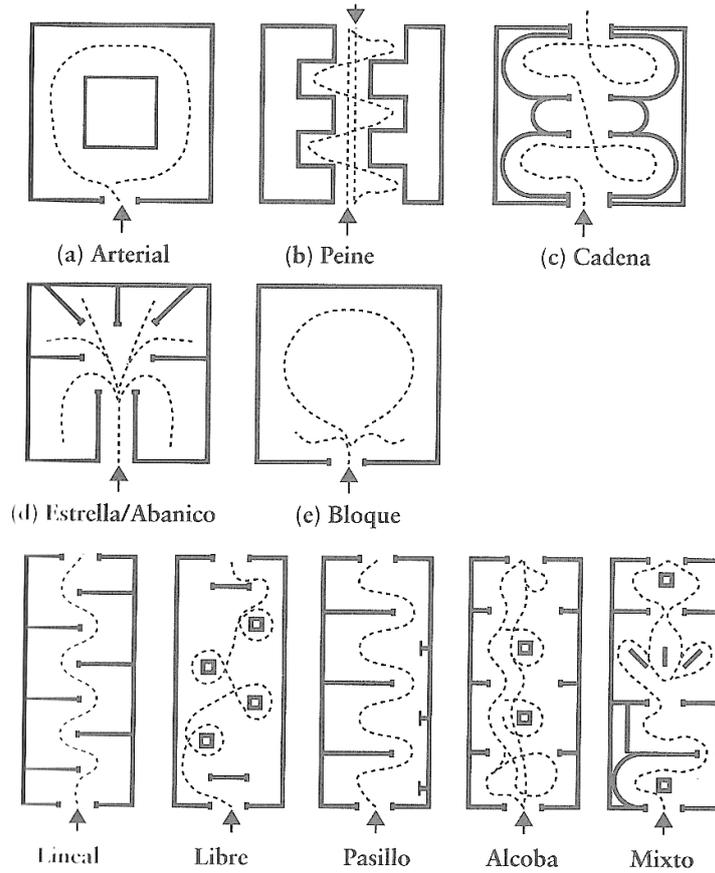


Figura 4.3 Modelos típicos de circulación Lehenbruck.

Fuente: Belcher (1994:141)

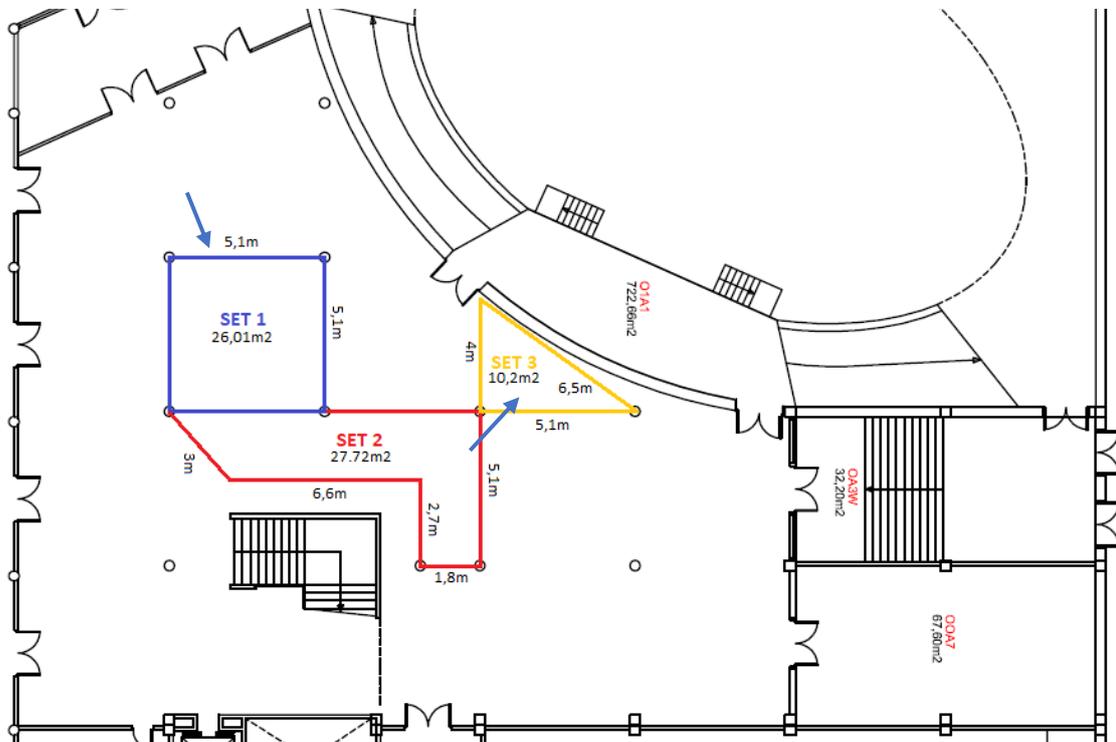


Figura 4.4 Sets y recorrido sugerido.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Rótulos

Los rótulos se emplean tradicionalmente para transmitir información sobre un objeto. En esta exposición emplearemos dos tipos de rótulos. Las bandas informativas serán rótulos de cierto tamaño que introducirán a las secciones mediante los títulos; y los carteles de referencia, más pequeños irán acompañando a los objetos junto con una breve explicación de estos, se colocará una por objeto.

A la hora de realizar los textos Alberto Celis Pozuelo²⁷ recomienda optar por un diseño simple de letras negras sobre un fondo blanco. Es un diseño que, si bien no destaca, facilitará la lectura al visitante. Similar sería el diseño para los carteles explicativos que acompañarán a los objetos expuestos. Tal y como nos indica Belcher (1994:196), esta recomendación estaría sustentada por Spencer que recalca su mayor legibilidad frente a letras blancas sobre fondo negro.

En los rótulos se opta por emplear la tipografía EHUSans de la Universidad del País vasco por ser de carácter institucional, creando así un vínculo mayor entre la exposición y la escuela.

A los carteles de referencia que acompañará a las piezas expuestas se sugiere un tamaño de letra de 15pt para nominar el artículo y de 12pt para su descripción.

Las bandas informativas ampliarán el marco histórico y contextualizarán los objetos, el tamaño de la letra puede variar dependiendo del tipo de cartel a realizar, las fuentes consultadas sugieren el método de prueba y error. Teniendo en cuenta el lugar de la exposición, se recomienda una primera prueba de carteles de 90 cm de altura 60cm. Con un tamaño de 108pt para titulares, 54pt para subtítulos y 18pt para textos.

En este caso también es importante tener en cuenta la altura de las personas y su movilidad, la Figura 4.2 nos muestra las alturas ideales para la lectura de información según varios. Teniéndolas en cuenta, a la hora de establecer carteles en soportes se sugieren las siguientes disposiciones:

- La altura de los carteles estará a 180cm en su borde superior.
- Los títulos estarán comprendidos a una altura de 170 cm.
- Subtítulos y breves resúmenes ocuparán una franja entre 165cm y 155cm.
- El núcleo de la información se distribuirá entre 155cm y 125cm.
- Detalles e informaciones adicionales podrían añadirse a una altura de entre 125cm y 90cm.

De esta forma la información se va a concentrar en la fracción de más cómoda visibilidad para el público general con breves inconvenientes en la información rápida, cómo es el título, y la menos relevante, como los detalles.

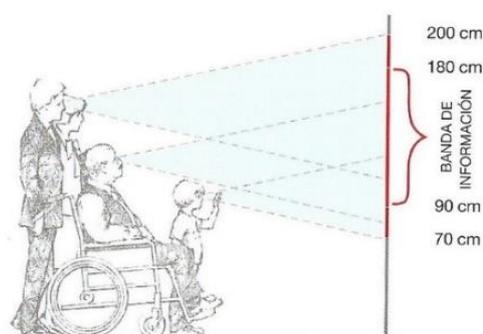


Figura 4.5 Altura de las bandas de información

Fuente: Locker (2011:120)

²⁷ Actual responsable del Departamento de Didáctica del Museo Comarcal de Daimiel.

Debido al bajo coste y la resistencia que ofrece, se ha seleccionado el cartón plumo como material sobre el que imprimir los rótulos.

Se pueden encontrar las propuestas para los rótulos y las bandas informativas al final del trabajo en forma de Anexos.

4.3.3 Vitrinas

Belcher (1994:151) explica que las vitrinas son una forma de mostrar los objetos, dándoles un soporte cómodo y protegerlos a la vez. Y que estas son importantes para una exposición ya que permiten establecer relaciones visuales con los objetos y ayudan a establecer o delimitar el contexto en que se muestran.

En este caso lo más cómodo sería emplear vitrinas de tipo mesa huecas por debajo. De esta forma las personas sobre sillas de ruedas pueden acercarse cómodamente a ver el instrumental expuesto. Iker Pérez Goiri²⁸ sugiere emplear vitrinas de 1,5m de altura, en concordancia con la figura 4.3, que establece las dimensiones humanas, tiene la ventaja añadida que es la altura a la que suelen ser distribuidas por el fabricante. Celis añade dejar un espacio hueco entre las patas de la vitrina para que no entorpezca el acercamiento de las personas en silla de ruedas. Una sugerencia de tamaño estándar para las vitrinas sería de 150cmx90cm. Aunque sería recomendable emplear diferentes tamaños en función a cómo se desea establecer la distribución final.

Algunos objetos, como las bitácoras no entran en las vitrinas, en este caso se colocarán en torno a los expositores del set con los objetos del mismo tipo de navegación.

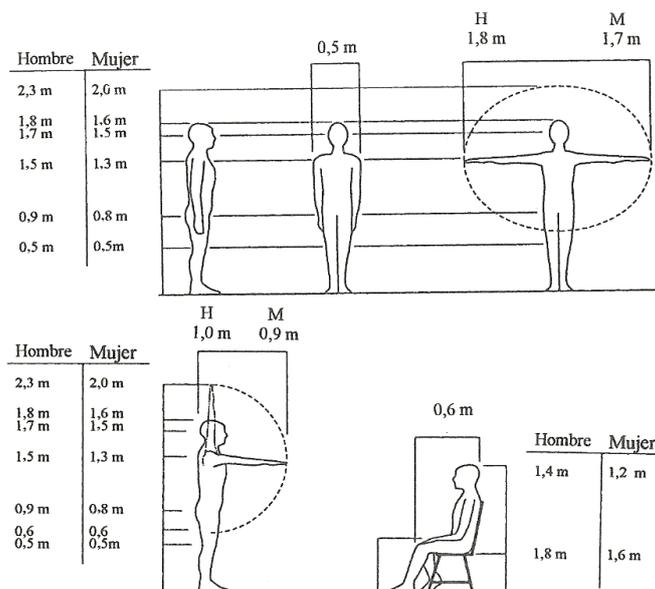


Figura 4.6 Dimensiones humanas de Dean (1994).

Fuente: Alonso y García (1999:52)

4.4 MONTAJE DE LA EXPOSICIÓN

Para llevar a cabo la exposición será necesario trasladar algunos objetos de su ubicación actual a su localización dentro de la exposición.

²⁸ Doctor cum lauden en Bellas Artes

CAPÍTULO 4: La Exposición

También será necesario el montaje de una serie de pequeñas estructuras para la localización de los carteles explicativos en caso de que se opte por su empleo. La opción más económica y simple es el empleo de caballetes, pudiéndose emplear también las carteleras móviles que tiene la escuela para realizar anuncios.

Con todo lo anterior tenido en cuenta, se sugiere la siguiente distribución de objetos para la exposición, tal y como se muestra en la figura 4.7. En el conjunto de sets habrá cinco vitrinas (marcadas de V1 a V5) y 8 objetos de grandes dimensiones que se situarán cerca de las vitrinas relevantes al tema. Así mismo, se sugieren posibles localizaciones para las bandas informativas.

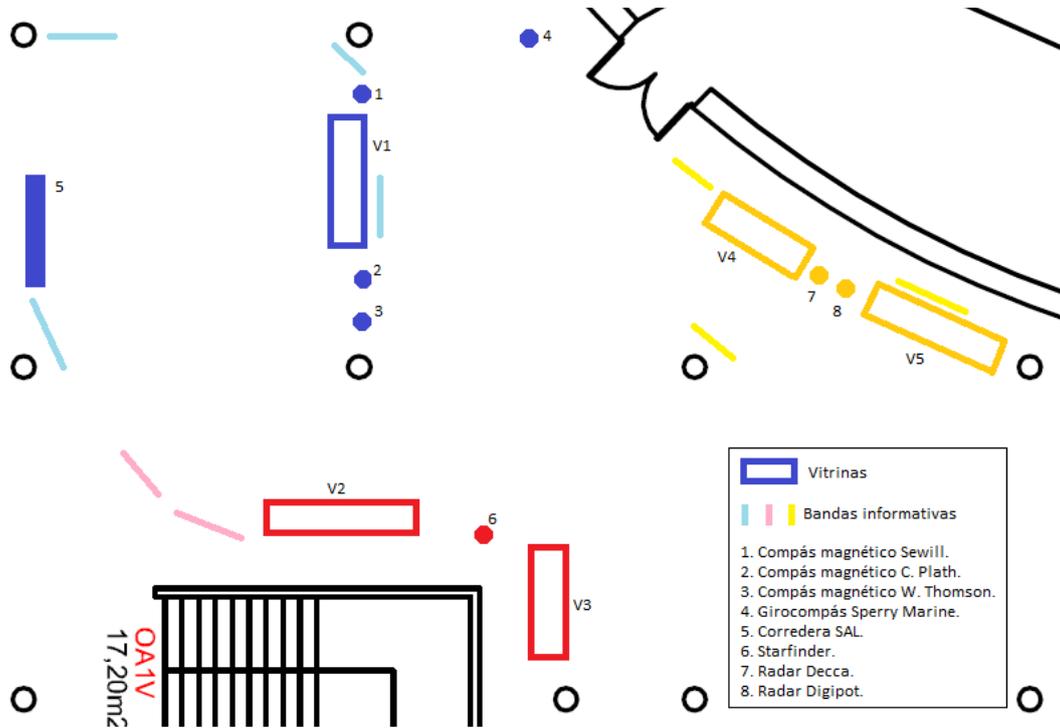


Figura 4.7 Distribución de la exposición.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las sugerencias de distribución de objetos en las vitrinas de cada set. Se ha buscado aprovechar el espacio disponible en el mobiliario. También se dan sugerencias puntuales para economizar costes.



Figura 4.8 Vitrina 1 (V1).

Fuente: Elaboración propia

9. Compás azimutal Dumolin Froment.

10. Corredera mecánica Walker.

CAPÍTULO 4: La Exposición

Debido a que únicamente contiene 2 objetos, esta vitrina (V1) puede ser sustituida por una vitrina de tipo columna, que puede incluso adquirirse en Ikea, para economizar costes.



Figura 4.9 Vitrina 2 (V2).

Fuente: Elaboración propia

11. Sextante Ludolph,
12. Horizonte artificial
13. Soporte para sextante.
14. Sextante Enosa.
15. Cronómetro marino Joseph Sewill.
16. Cronómetro marino Thomas Hewitt.



Figura 4.10 Vitrina 3 (V3).

Fuente: Elaboración propia

17. Naviesfera
18. Cronómetro solar.

CAPÍTULO 4: La Exposición

19. Colección completa de tablas para los usos de la navegación y astronomía náutica por José de Mendoza y Ríos.
20. Libro L'art de naiguer de maistre Pierre de Medine .
21. Libro “Instrucion Nauthica”
22. Tratado de Náutica por Ignacio Fossi Gutierrez
23. Almanaque Náutico de Pearson 1930.
24. Tablas de Azimuts publicadas en 1880.
25. Sun's true bearing or Azimuth tables 1914.



Figura 4.11 Vitrina 4 (V4).

Fuente: Elaboración propia

26. Radiogoniómetro RGX-1.
27. Radiogoniómetro Simrad ND2.
28. Radiolocalizador Decca Navigator Mk. XII.
29. Simulador de señales Decca.



Figura 4.12 Vitrina 5 (V5).

Fuente: Elaboración propia

30. Navegador LORAN Marconi Marine.
31. Navegador Omega Tracor.
32. Navegador Omega 1157.
33. Navegador satelital TRANSIT Magnavox²⁹.

Los objetos de estas vitrinas (V4 y V5) pueden ser mostrados sobre mesas, ya que estos se pueden anclar a ellas para prevenir las suscripciones. Sigue siendo recomendable introducirlos en vitrinas para evitar que se acumule el polvo.

²⁹ Se recomienda ajustarlo o introducir un objeto que alce el instrumento, ya que tiende a oscilar hacia abajo.

CONCLUSIÓN

El poner en conjunto una serie de elementos aparentemente inconexos revela una historia de cómo la humanidad ha podido navegar entre los océanos y cómo el ingenio ha permitido una navegación cada vez más segura.

Como vemos, el desarrollo de una exposición no es una tarea simple: para su desarrollo se han tenido en cuenta numerosos factores y aún queda sujeta a modificaciones estéticas y adaptaciones técnicas durante el montaje.

Ha sido un reto crear un recorrido en el vestíbulo que se mantuviera simple y que no interfiriese en las normales actividades de la escuela. La economía de espacio que ello requería ha complicado la distribución de elementos en las vitrinas; los objetos de grandes dimensiones han supuesto un reto aún mayor. Esta propuesta responde a las necesidades del espacio y consigue hacer frente a estos retos, presentando una exposición que permite que los visitantes realicen un recorrido por los tipos de navegación, sus instrumentos y su historia.

La investigación llevada a cabo para situar los instrumentos en su contexto histórico ha evidenciado la importancia de los navegantes españoles en este arte, y ha permitido entrever un trasfondo marcado por la carrera tecnológica entre las potencias del momento, que se hace patente en la búsqueda de la solución para la longitud. Resulta especialmente llamativo el hecho de que, una vez resuelta esta, la navegación apenas sufriese cambios hasta principios del siglo XX, cuando las nuevas tecnologías abren una puerta a un nuevo tipo de navegación, más sencilla y precisa.

Esta vista al pasado de los instrumentos y técnicas nos permite también observar cómo los métodos de navegación de más reciente invención se basan en una mejora técnica de los anteriores. Son notables, por ejemplo, las semejanzas entre la navegación costera y la navegación radiogoniométrica, sustituyendo nuestra visión por ondas de radio.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FUENTES ORALES

Alberto Celis Pozuelo. Responsable del Departamento de Didáctica del Museo Comarcal de Daimiel.

Iker Pérez Goiri. Doctor cum lauden en Bellas Artes

BIBLIOGRAFÍA

ACHÚTEGUI RODRÍGUEZ, J. J. (1996) "La navegación y el posicionamiento en la mar". En: J. J. Achútegui; J. M. Castanedo; M. Cisneros; J. Llombart (Comité Organizador), *I Simposio de Historia de las Técnicas. La Construcción Naval y la Navegación. Cantabria 26, 27 y 28 octubre 1995*. Santander, Universidad de Cantabria, Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, 227-251.

ALONSO FERNÁNDEZ, L.; GARCÍA FERNÁNDEZ, I. (2010). *Diseño de exposiciones: concepto, instalación y montaje*. Madrid, Alianza.

BASTERRETxea, I. (2015). *Radionavegación y control de la derrota. Sistemas de navegación por satélite*. Portugalete, Universidad del País Vasco.

BELCHER, M. (1994). *Organización y diseño de exposiciones*. Gijón, Trea.

BLANCHARD W., DUNCAN D.C. (2008). *Decca Navigator History*. Disponible en: <http://jproc.ca/hyperbolic/decca.html> [Acceso: 06/09/2018].

BOWDITCH, J. (1995). *American practical navigator*. USA. US Government Printing Office.

BOWDITCH, J. (2002). *American practical navigator*. USA. US Government Printing Office, Bicentennial Edition.

CARNAHAN, W.H. (1943). *A celestial globe Handbook for the layman*. Indianapolis, the George F. Cram Company, Inc.

CONSILIUM (s.f. a). *SAL Speed Logs*. Disponible en http://www.pro-nautas.com/wp-content/uploads/catalog/product_brochure/43.pdf [Acceso 6/09/2018]

COTTER, C. H. (1968). *A history of nautical astronomy*. London-Sydney-Toronto, Hollis & Carter.

DOW, J. M., NEILAN, R. E., RIZOS, C. (2009). *The international GNSS service in a changing landscape of global navigation satellite systems*. Journal of Geodesy, 83 (3-4), 191-198.

FELSKI A. (2018). *Gyrocompasses - Their Condition and Direction of Development*. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2 (1), 55-59.

FERNÁNDEZ CASADO, C. (1927). *Radiofaros*. Revista de Obras públicas, 75 (1), 417-421.

FERNÁNDEZ CASADO, C. (1930). *Los radiofaros españoles*. Revista de Obras Públicas, 78 (1), 362-366.

FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1846). *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas que han contribuido a sus progresos entre los españoles. Obra póstuma del Excmo. Sr. D. la publica la Real Academia de la Historia*. Madrid, Imp. Vda. de Calero.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- FOSI GUTIERREZ, I. (1945). *Tratado de Náutica*. Madrid, Editorial Dossat
- FURUNO (s.f. b) *Catálogo No. N-857a de Furuno*. Disponible en <https://www.nautical.es/wp-content/uploads/2014/11/SC50-folleto-esp.pdf> [Acceso 07/09/2018].
- FURUNO (s.f. c) *Compás satelital Modelo SC - 70 /130*. Disponible en https://www.furuno.com/files/Brochure/376/upload/SC-70_130_Deepsea_E.pdf [Acceso 10/09/2018].
- GARCÍA DE PALACIO, D. (1587). *Instrucion Nauthica, para el buen uso, y regimiento de las Naos, su traça y gobierno conforme a la altura de Mexico. Cópuefta por el Doctor Diego garcia de Palacio, del Cófejo de fu Mageftad y fu Oydor enla Real audiécia de la dicha Ciudad*. Valladolid, Editorial Maxtor. 2012.
- GARCÍA FRANCO, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*. Madrid, Instituto Histórico de Marina, 2 vols.
- GAZTAÑETA ITURRIBALZAGA, A. (1692). *Norte de la navegación hallado por el cuadrante de reducción*. Sevilla, Juan Francisco de Blas.
- GIMÉNEZ RAURELL, C.; VACAS GUERRERO, T. (2007) *Las exposiciones temporales y el turismo cultural*. Periférica: Revista para el análisis de la cultura y el territorio, 8, 63-87.
- GLOBALSPEC (s.f. d). *Speed Logs Information*. Disponible en: https://www.globalspec.com/learnmore/specialized_industrial_products/transportation_products/speed_logs [Acceso: 06-09-2018].
- HERRERA MORILLAS, J.L. (2000) “*Exposiciones: cómo mostrar los contenidos*”. En: *Actas. Primer Congreso Universitario de Ciencias de la Documentación Teoría, Historia y Metodología de la Documentación en España (1975-2000)*. Madrid, 14-17 de noviembre de 2000, 157-170.
- IBAÑEZ, I. (2002). *La difusión de conocimientos náuticos en la España decimonónica*. Servicio editorial de la Universidad del País Vasco.
- IBAÑEZ, I. (2011). *Evolución de la Navegación Astronómica en el siglo XIX*. Lankidetzan, 57. Donostia-San Sebastián, Eusko Ikaskuntza - Sociedad de Estudios Vascos, 209-242.
- IBAÑEZ, I., GAZTELU-ITURRI R. (2002). *Fundamentos de navegación marítima*. Bilbao, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- IBAÑEZ, I., IGLESIAS, I., DE LA LLANA, I., CLEMENTE, M. (2009). *Catálogo de máquinas e instrumentos náuticos que se conservan en la ETS de Náutica y Máquinas Navales de la UPV/EHU*. Itsas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco, 6, 413-437.
- IGS (s.f. e). *International GNSS Services*. Disponible en: <http://www.igs.org/> [Acceso : 05/08/2018].
- JOHNSON, D.S., NURMINEN, J. (2007). *Historia de la navegación a través de mares y océanos*. Barcelona, Planeta.
- LÉNIZ DRÁPALA, R. (2008). *Apuntes de Navegación costera*. Disponible en: <http://navegacion.tripod.com/Apuntes2008/Cap03DistanciaNavegada.pdf> [Acceso: 02/08/2018].
- LOCKER, P. (2011). *Diseño de exposiciones*. Barcelona, Gustavo Gili.
- LORAN. *Loran History*. Disponible en: <http://www.loran-history.info/default.htm> [Acceso: 10/08/2018].
- MARTIN ROCA, L. (1972). *Sistema de Navegación «OMEGA»*. Revista de Marina, 89 (687). Disponible en: <https://revistamarina.cl/revista/687/> [Acceso: 05/08/2018].

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- MARTÍNEZ DE CARVAJAL HEDRICH, E. (2012). *Compás satelitario y propuesta de un prototipo de bajo coste*. Facultad de Náutica de Barcelona. Recuperable en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16278/20120703%201350%20TFC%20-%20El%20comp%C3%A1s%20satelitario%20y%20propuesta%20de%20un%20prototipo%20de%20bajo%20coste%20-%20Ernesto%20Mtn.pdf> [Acceso: 7/09/2018]
- MARTÍNEZ E HIDALGO Y TERÁN, J. M. (1946). *Historia y leyenda de la aguja magnética*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili.
- MARTÍNEZ LOZARES, A.T., PEÑA PEREDA, F.J., VILA MUÑOZ, J.A. (2011). *La Aguja Magnética y su Compensación*. Alemania. Editorial académica española.
- MERINO DE LA FUENTE, J. M. (2014). *La medida del tiempo I: Relojes clásicos*. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4674793.pdf> [Acceso: 20/08/2018]
- DE MEDINA, P. (1554). *L'art de nauiguer de maistre Pierre de Medine, espaignol: contenant toutes les reigles, secrets, & enseignemens necessaires, à la bonne nauigation*. Valladolid, Editorial Maxtor. 2012.
- DE MENDOZA Y RÍOS, J. (1863). *Colección completa de tablas para los usos de la navegación y astronomía náutica*. Madrid, Imprenta de J. Martin Alegría
- PARKER SANFUENTES, J. (2018). *Historia del radar*. Revista de Marina, 135 (964). Disponible en: <https://revistamarina.cl/revista/964/> [Acceso: 05/08/2018].
- PERENNES, M. (1997). *EE.UU. Patente Nº. 5.694.372 A*. U.S. Patent and Trademark Office.
- Person's Nautical Almanac 1930* (1930). London, Imray, Laurie, Norie & Wilson, Ltd.
- Reglamento Internacional para prevenir los abordajes en la mar 1972* (2017). Madrid, Ministerio de Defensa.
- SOLER GAYA, R. (1970). *Modernas señales marítimas radioeléctricas*. Revista de Obras Públicas, 117 (1), 289-308.
- SOLER GAYA, R. (1970). *Modernas señales marítimas radioeléctricas*. Revista de Obras Públicas, 117 (1), 633-651.
- SPERRY MARINE (s.f. f). *History of Sperry Marine*. Disponible en: <http://www.sperrymarine.com/corporate-history/sperry-marine> [Acceso: 27/08/2018].
- STIMSON, A. (1976). *The influence of the Royal Observatory at Greenwich upon the design of 17th and 18th century angle measuring instruments at sea*. Vistas in Astronomy, 20, 123-130.
- SURROCA CARRASCOSA, F. (2013). La Carta Náutica de Mercator y análisis de sus leyendas. *Real Sociedad Geográfica*, 149, 9-28.
- TERRY Y RIVAS, A. (1884). *Tablas de Azimuts*. Madrid, Imprenta de la viuda e hijos de Abienzo.
- Sun's true bearing or Azimuth tables*(1914). London. Eyre & Spottiswoode, Ltd.
- WIKIMEDIA COMMONS. <https://commons.wikimedia.org/wiki/Portada> [Acceso: 5/09/2018]

ANEXOS

A continuación, se adjuntan muestras de rótulos y bandas informativas que pueden ser empeladas en la exposición.

En el ANEXO I se encuentran los ejemplos de bandas informativas para acompañar a los sets para introducir y ampliar la información del desarrollo de los instrumentos de dicho set. A continuación, se facilita una tabla con los títulos para poder hacer una búsqueda rápida de los carteles.

INHISTORIA DE LA NAVEGACIÓN MARITIMA A TRAVÉS DE SUS INSTRUMENTOS.	58
LA NAVEGACION COSTERA	59
COMPENSANDO EL RUMBO	60
LA NAVEGACIÓN POR ESTIMA	61
CORREDERAS	62
NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA Y LA LATITUD	63
LA LONGITUD	64
LOS INSTRUMENTOS DE REFLEXIÓN	65
NAVEGACIÓN RADIOELECTRONICA.	66

En el ANEXO II se encuentra una recopilación de los rótulos que se pueden emplear con los instrumentos y que amplían la información histórica de forma local. Se presentan agrupados por sets, en cada set se muestra la vitrina y los objetos a mostrar para facilitar su localización. Se adjunta nuevamente una tabla para localizar rápidamente las vitrinas.

Vitrina 1 (V1). Set 1.	67
Vitrina 2 (V2). Set 2.	73
Vitrina 3 (V3). Set 2.	78
Vitrina 4 (V4). Set3.	84
Vitrina 5 (V5). Set 3.	89

HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA A TRAVÉS DE SUS INSTRUMENTOS

Exposición de instrumentos.

LOS 4 ELEMENTOS DE LA NAVEGACIÓN:

Rumbo: Medido por los compases es el ángulo que forma la dirección de la proa del buque con la línea norte-sur del horizonte.

Distancia: Obtenida a través de la velocidad medida en las correderas, su unidad común es la milla náutica (1852 metros).

Latitud: Distancia angular medida sobre el meridiano, desde el ecuador hasta el paralelo de latitud del punto considerado.

Longitud: Arco de ecuador contado desde el primer meridiano, hoy en día Greenwich, hasta el pie del meridiano del punto.

LA NAVEGACIÓN COSTERA

El primer método de navegación en Europa

NAVEGACIÓN COSTERA

Aquellos primeros navegantes navegaban con la vista fija en la costa, guiándose por las formas de la costa y su conocimiento de ella.

EL PRIMER INSTRUMENTO: LAS AVES

El problema venía cuando no disponían de una visión clara de la costa, por ello se hizo común entre los bizantinos, árabes y normandos el empleo de aves para navegar; solían transportarlas a bordo y soltarlas para conocer con exactitud el punto de partida y la cercanía de la costa, además de los vientos predominantes de la zona.

LA MAGNETITA Y EL PRIMER COMPÁS

La magnetita se conocía en Europa desde hace tiempo, los primeros experimentos y teorías de Pitágoras, Platón o Eudoxo de Gnidos o Aristóteles. Las teorías sobre el magnetismo de Lucrecio (95-53 a.C.) sobre el vacío que dejan en la piedra al abandonarlo y de cómo se precipita el hierro hacia dichos huecos para rellenarlos.

Un primer dispositivo empleado para guiarse consistiría en la misma magnetita sobre una tabla o flotador dentro de un recipiente de agua que dejaban girar libremente hasta alcanzar una posición de reposo.

LA AGUJA DE PEDRO PEREGRINO 1269

Su dispositivo consistía en un recipiente redondo de vidrio o cristal cuyo centro era atravesado por un eje de latón o plata con dos perforaciones en ángulo recto.

Uno estaba atravesado por la aguja de hierro imantada que indicaba el Norte-Sur y el otro por plata o cobre que indicaba el Este-Oeste.

En la tapa se marcaban los cuatro puntos cardinales y divisiones de 10°.

LA BITÁCORA

Se tienen conocimiento de La bitácora desde 1643. Estas eran un armario situado al pie del palo de mesana con tres compartimentos, uno para el fanal y los otros para el compás, situados en el sentido de la eslorra de tal forma que el timonel siempre pudiese ver una.

Se empleaban 2 en los barcos para tener repuesto en caso de malfuncionamiento.

COMPENSANDO EL RUMBO

En 1492 Colón descubrió que la declinación variaba de un sitio a otro provocando un error en el trazado de rumbos. Y Pedro Núñez descubriría en 1537 que los hierros de a bordo y los grandes depósitos de hierro de la zona también influían en los errores del compás. En 1519 que se comenzó a colocar los imanes debajo de la rosa de los vientos para corregir su desviación.

El explorador Halley realizaría en 1698, 1699 y 1709, unas expediciones con las que se trazaría en las cartas las primeras líneas isógonas y se diferenciarían los polos magnéticos y geográficos.

CORRIGIENDO LA AGUJA

Para compensar los errores por herrajes campos magnéticos de abordaje, el capitán Flinders (1774-1814), hizo instalar una barra de hierro viejo lo suficientemente larga para que un extremo quedase a la altura del compás, de esta forma buscaba compensar los desvíos.

William Scoresby (1789-1857) inventó agujas de acero laminado capaces de retener mejor el magnetismo. Así mismo demostró que los buques se magnetizaban de forma no permanente durante su construcción y que su magnetismo cambiaba al cruzar el ecuador.

William Thompson (1824-1845) incorporó esferas compensadoras de hierro dulce, imanes internos ajustable y una barra Flinders a la bitácora, junto con la creación de una aguja más precisa, dando inicio a las bitácoras que se emplean hoy en día con mejoras en los materiales y construcción a medida que ha avanzado la tecnología.



LA NAVEGACIÓN POR ESTIMA

La unión del rumbo conocido y la velocidad

La navegación por estima es aquella que emplea el cálculo de una posición a partir del rumbo establecido y la distancia navegada, con respecto a la posición anterior. Al compararlo con una posición observada.

LA CORREDERA DE BARQUILLA (1557)

Esta corredera de barquilla consistía en un flotador de madera enrollado a un largo cordel marcado una serie de nudos a intervalos regulares. Este era lanzado por la popa y se iba filando durante unos segundos medidos por una ampolleta, de esta forma se obtenía la velocidad del barco.

Su empleo no se generalizaría hasta finales de dicho siglo, pues los marineros dudaban de su efectividad la mayoría de los autores de la época daban preferencia a la pericia de los pilotos adquirida con los años, a pesar de ello acabaría convirtiéndose en un instrumento muy relevante en la navegación, sobre todo hasta finales del siglo XVIII.

EL PROBLEMA CARTOGRÁFICO

El principal problema que tendrá este sistema, aun asumiendo una medida de rumbo y distancia recorrida perfectas, será la diferencia de esta medida con la correspondiente que se encuentra en la cartografía de la época, debido al desconocimiento de la verdadera forma y dimensiones de la Tierra, siendo no pocos los que encallaron cuando se creían muy lejos de la costa.

Serían las expediciones a Perú y Laponia, organizadas en el siglo XVIII por la Academia de Ciencias de París, las que darían la solución a este problema al establecer la extensión de un grado de meridiano terrestre en la zona del ecuador y en las proximidades del polo.

CORREDERAS

CORREDERA

ELECTROMAGNÉTICA

Con el avance de la electrónica, en la década de 1960 aparece la corredera electromagnética.

Está basada en la inducción que se produce en unos electrodos de bronce adosados al exterior de un domo, cuando el buque se desliza hacia delante cortando las líneas magnéticas generadas por un electroimán en el interior del domo.



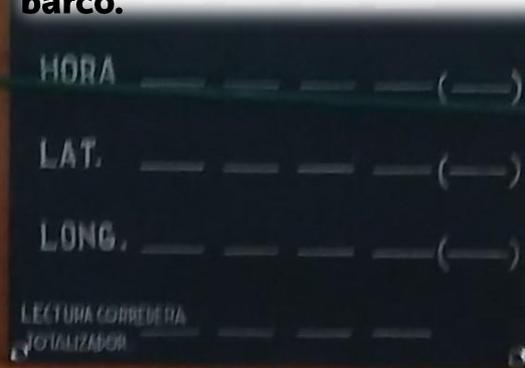
CORREDERA DOPPLER

La corredera doppler es la siguiente en ser introducida en el ámbito naval en la década de 1990. Estas correderas suelen estar integradas con la sonda, emplea un sonar para emitir un impulso que rebota en el fondo marino o en el cambio de densidad del agua por profundidad y se vale del principio físico "efecto Doppler" para obtener la velocidad del barco.

CORREDERA SATELITAL

Estas correderas de reciente invención determinan la velocidad del barco mediante GPS.

Los compases satelitales, además del rumbo de fondo, también proporcionan otros datos como la situación GPS, la velocidad de fondo, la distancia recorrida y la velocidad con relación a los ejes longitudinal y transversal



NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

El uso directo de la astronomía para navegar empleando las coordenadas geográficas astronómicas, el tiempo y el movimiento aparente de los astros.

La navegación astronómica fue el principal recurso que permitió la navegación oceánica en el siglo XVI. No obstante, esta se limitaba a la determinación de la latitud mediante la medición de la altura de los astros empleando ballestillas, astrolabios y cuadrantes.

En Europa fueron los fenicios, por el año 610 a.C., los primeros en emplear las estrellas para guiarse. Y consistía en guiarse empleando los astros circumpolares, los que giran en torno a l polo como referencia.

LA LATITUD

Hiparco (160 a.C.) Redactó un catálogo de astros que simplificó el cálculo de la latitud. También se le considera el inventor de la trigonometría esférica actual y estableció los primeros conceptos de posicionamiento mediante la observación de astros.

En el hemisferio norte tenemos la estrella polar, que es un astro circumpolar, es decir, da vueltas en torno al eje polar. Pero a medida que el mundo se abría a los exploradores portugueses, estos se toparon con el problema de que en el hemisferio sur se perdía de vista la estrella polar. La solución se obtuvo al poco tiempo, en 1505, cuando desarrollaron una regla para obtener la latitud a partir de la constelación cruz del sur.

LA LONGITUD

LA SOLUCIÓN LUNAR

John Werner (1468-1522) propuso en 1514 la solución lunar para calcular la longitud en base a la posición de la Luna con respecto algunas estrellas.

John Flamsteed (1646-1719) Investigó un sistema para medir las alturas de las estrellas de forma precisa y un método para predecir las distancias lunares empleando las teorías de Isaac Newton (1643-1727).

E. Halley (1656-1742) en 1720 siguió desarrollando los métodos de predicción, consiguiendo una notable mejora.

Las tablas lunares no serían precisas hasta 1757, cuando el Capitán J. Campbell (1720-1790) puso a prueba las tablas de distancias lunares de Tobias Mayer (1723-1762) y constató que eran lo suficiente precisas. Tomándolas como referencia, en 1765 se publicaría el primer almanaque náutico para el año 1767.

La paulatina mejora técnica de los cronómetros marinos y su reducción de costes, así como su mayor sencillez hizo que este se impusiera al método lunar. Que demostró tener grandes errores y no ser tan preciso como parecía.

LA SOLUCIÓN DEL CRONÓMETRO

El otro método desarrollado es conocido como el método del cronómetro y ya fue propuesto por Hernando Colón (1488-1539) en 1524. Dicho procedimiento consistía en comparar la hora local con la hora de un punto de referencia, Hernando proponía que dicho punto fuera el puerto de salida.

Este método comenzaría a ser una solución en 1735 con la invención del cronómetro marino H-1 por John Harrison (1693-1776).



NAVEGACIÓN RADIOELECTRÓNICA

La moderna navegación, empleando ondas radio.

Entre las técnicas empleadas están: radiogoniometría, los sistemas hiperbólicos, la navegación por radar, y la navegación por satélite.

Nos referimos al conjunto de técnicas de navegación empleando equipos de posicionamiento que emplean ondas radio. Entre ellos está la radiogoniometría, los sistemas hiperbólicos, la navegación por radar, y la navegación por satélite.

La radionavegación se desarrolló gracias a las revoluciones tecnológicas del siglo XX, como complemento a la navegación costera visual, al no depender de las condiciones meteorológicas del momento.



RADIOGONIOMETRÍA

Este tipo de navegación consistía en localizar una posición a partir del cruce de ondas de radio de dos radiofaros.

Los radiogoniómetros fueron el primer sistema de radionavegación ideado por el hombre.

entre dos posibles puntos.



RADAR

Se trata de un instrumento de detección de blancos. Como ayuda a la navegación permite una visualización de elementos muy precisa en condiciones de baja visibilidad.

Utilizado como equipo de navegación, permite obtener la situación del buque hallando la distancia y demora a un objeto conocido.

Tuvo dos vertientes de desarrollo. Por un lado, Inglaterra buscaba la capacidad de detectar aviones dentro de su espacio aéreo y alertar a su propia aviación; Estados Unidos, a su vez, trataba de mejorar las capacidades de sus buques y de control de disparo.

En la década de 1980, con el avance de la tecnología de computación, fue posible añadir un sistema anticolidión. El ARPA, Automatic Radar Plotting Aid, sistema para realizar un seguimiento automático de los blancos y calcula el punto de cruce mí-



NAVEGACIÓN HIPERBÓLICA

Estos sistemas de navegación se basan en medir la diferencia de tiempo de recepción de dos o más señales de radio enviadas desde varias estaciones. Algunos de los sistemas más empleados en la navegación marítima fueron el Decca, el LORAN y el Omega.

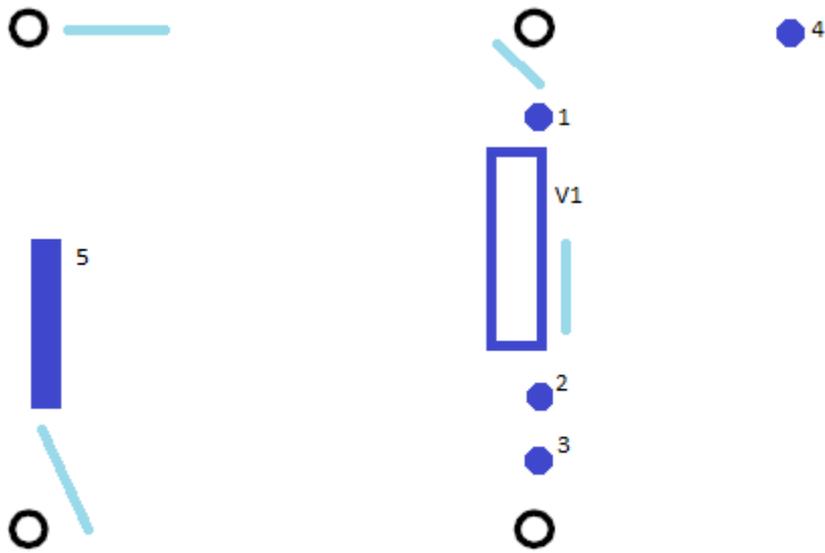
Si bien los tres se basan en el mismo principio de funcionamiento, se diferencian entre ellos en las frecuencias de radio empleadas, que permitían diversos alcances y precisiones.

NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

El más moderno de los sistemas de navegación que está desbancando a todos los anteriores por su rapidez y precisión.

El sistema GPS establece la posición midiendo el retraso de llegada de la señal de un satélite para conocer la distancia entre emisor y receptor, esta distancia conforma el radio de una esfera de posición. Empleando las esferas de posición de varios satélites se va delimitando el área de localización del buque hasta obtener su posición.

RÓTULOS DE LOS OBJETOS PARA MOSTRAR EN EL SET 1.



Set 1



Vitrina 1 (V1).

1. Compás magnético Sewill.
2. Compás magnético C. Plath
3. Compás magnético W. Thomson.
4. Girocompás Sperry.
5. Corredera SAL.
9. Compás azimutal Dumolin Froment.
10. Corredera mecánica Walker.

Objeto 1

COMPÁS MAGNÉTICO SEWILL (1869).

En dicho inventario se describe: "Consta de una bitácora con sus dos faroles y pie de caoba; un compás para id." Compás de aguja seca cuyo mortero, de 18,5 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán. Altura 103 cm desde el suelo. Cubichete de latón con dos faroles extraíbles.

Inscripción en el compás: Maker to the Queen of Spain. Sewill Liverpool.

Las agujas magistrales de la época tienen como características:

- **Mortero de cobre, bastante grueso, para aminorar las oscilaciones de la rosa.**
- **Rosa con cuatro barras de acero fuertemente imantadas, dispuestas paralelamente al diámetro norte-sur.**
- **En el extremo superior del estilo se ajustaba una punta de osmio-iridio.**
- **Debajo del chapitel una piedra de ágata o rubí.**

Objeto 2

COMPÁS MAGNÉTICO C. PLATH (1887).

Compás de aguja líquida cuyo mortero, de 20 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán, en una bitácora de madera de sección octogonal, con una altura total de 133 cm. Para efectuar su compensación, no cuenta con barra Flinders, pero sí dispone de esferas de acero dulce. También tiene en la bitácora los orificios necesarios para introducir imanes longitudinales y transversales.

Inscripción en el compás y en la bitácora: C. Plath Hamburg.

Objeto 3

COMPÁS MAGNÉTICO WHYTE THOMSON (1943).

Su mortero va montado sobre una suspensión cardán, en una bitácora de madera, con una altura total de 142 cm. Para efectuar su compensación, dispone de barra Flinders y esferas de acero dulce. También tiene en la bitácora los orificios necesarios para introducir imanes longitudinales y transversales.

Inscripción en el compás ilegible por su mal estado de conservación.

Inscripción en la bitácora: Whyte, Thomson's 96 Hope St. Glasgow.

Objeto 4

GYRO-COMPASS MK. EV MOD. 2 (Mediados siglo XX)

De la casa Sperry Marine. Se trata de uno de sus primeros modelos. Posiblemente adquirido para la enseñanza a mediados del siglo XX.

La maquinaria interna está completa.

Inscripción en la rosa: Sperry Gyro Compass. Manufactured by Sperry Gyroscope Company. London

Estos dispositivos fueron desarrolladas en 1907 por Herman Anschutz (1872-1931). Ermer A. Sperry (1860-1930) se sumaría posteriormente a Anschutz en el desarrollo de mejoras y soluciones a los problemas que iban apareciendo en su empleo en la mar.

El primer modelo de girocompás Sperry "Unit 100" sería probado en el U.S.S. Delaware en 1911 con notable éxito, comenzando su expansión en el ámbito naval.

Objeto 5

CORREDERA ELÉCTRICA TIPO SAL (1968).

Corredera por presión de *Svenska Aktiebolaget Logg*.

Consta de un aparato magistral (modificado); un repetidor de velocidad; un repetidor de distancia con unidad de impulso; una válvula Pitot; una válvula estática; dos purgadores; dos válvulas de amortiguamiento; una caja de herramientas; un transformador de alimentación; tubo de cobre; un tubo Pitot corto; una cabeza Pitot; un tablero; un soporte metálico; una caja de pulsadores.

Objeto 9

COMPÁS ACIMUTAL DUMOULIN FROMENT (1877).

Compás de aguja seca cuyo mortero, de 21 cm de diámetro, va montado sobre una suspensión cardán, en una caja de madera octogonal de 32,5 cm de alto. La alidada de pínulas se estiba en la tapa. Cuenta con un farol extraíble de latón.

Inscripción en el interior de la tapa: Maison Lerebours & Secretan, Successeur Opticien de l'Observatoire & de la Marine. Magasins: 13 Place du Pont-neuf, Ateliers: 28 Place Dauphine, Paris; Inscripción en el compás: Marine. Dumoulin Froment a Paris.

CORREDERA MECÁNICA MANUAL PATENTE WALKER (1943).

Consta de una hélice de forma alargada (34 cm), de 4 palas, que se remolca por la popa por medio de un cabo de longitud entre una y dos esloras del buque (zaga) (68 m). El paso de la hélice está calculado y, al andar el barco, se produce un movimiento de giro que es transmitido a un contador situado en el coronamiento de popa, a la banda de sotavento. Instalado en el cabo de remolque y cerca de la popa lleva un volante de inercia (de 26 cm de diámetro), para regular el movimiento de giro, compensando las alteraciones debidas a las olas... El cabo se engancha a un eje giratorio de un aparato contador (diámetro 8 cm y 21 cm de largo), que cuenta con una muestra graduada en cien partes iguales, representando una milla cada una.

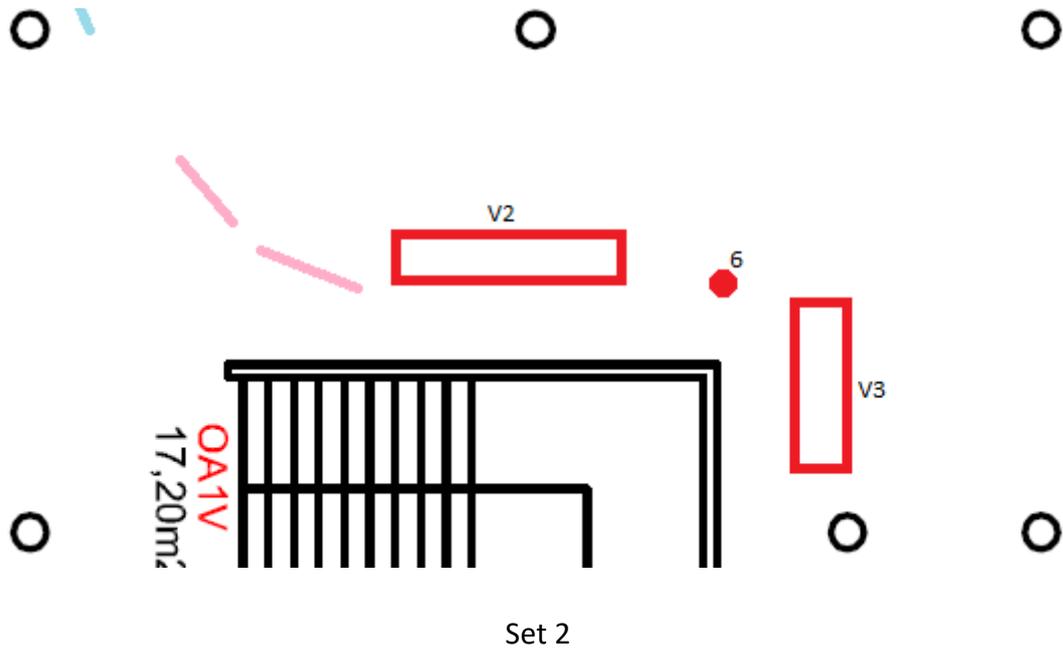
Inscripción en el contador, en la muestra: Walker's patent "Cherub" (Mark II) Ship Log.

Inscripción en el lateral: Walker's Cherub Ship log T.W. (Mark II) 900.

Inscripción en cada pala de la hélice: T.W. Cherub.

Estas correderas sustituyeron a las correderas de barquilla al desarrollarse los barcos de vapor, debido a las grandes velocidades de estos.

RÓTULOS DE LOS OBJETOS PARA MOSTRAR EN EL SET 2.



Vitrina 2 (V2).

- 6. Star Finder.
- 11. Sextante Ludolph,
- 12. Horizonte artificial
- 13. Soporte para sextante.
- 14. Sextante Enosa.
- 15. Cronómetro marino Joseph Sewill.
- 16. Cronómetro marino Thomas Hewitt.

Objeto 1

STAR FINDER DE FORMACIÓN.

Se trata de un dispositivo de mayor tamaño para hacer demostraciones didácticas.

Diámetro: 122 cm

Inscripción: 2102-D

Los de uso normal, más pequeños, se tratan de una publicación náutica que permite realizar una identificación rápida de un astro desconocido observado mediante un medio visual mecánico conocidas la altura verdadera del astro desconocido y su azimut verdadero en un instante determinado.

Objeto 11

SEXTANTE LUDOLPH N.º XXI-380 (ENTRE 1862 Y 1869).

Tiene un sector circular de 60°, de 16,5 cm de radio. Escala del limbo de - 5° a 150°, graduado en divisiones de 10', con escala nonio asociada que permite precisar 10" y lupa para la lectura.

Sistema de fijación de la alidada: tornillo de presión.

Estibado en la caja de madera (30 x 27 x 13,5 cm).

Inscripción: En el limbo: Welag XXI-380 W. Ludolph A. G. Bremerhaven.

Objeto 12

HORIZONTE ARTIFICIAL (ENTRE 1862 Y 1869)

Baño de mercurio, estibado en caja de madera (19 x 15 x 13 cm). El mercurio se almacena en la botella de madera. Para utilizarlo, se vierte mercurio en el recipiente de madera (14 x 7,5 cm), para que forme una superficie horizontal especular en la que se reflejan los astros, para ser observados con el sextante. La caja triangular con cristales se coloca sobre el recipiente para evitar que el viento pueda alterar la superficie horizontal de mercurio.

Su primera versión fue creada en 1732 y se empleaba para poder realizar observaciones de los astros en momentos en los que podía ser difícil adquirir el horizonte de la mar.

Objeto 13

TRÍPODE O SOPORTE PARA SEXTANTES LUDOLPH (ENTRE 1862 Y 1869).

Se estiba desmontado en caja de madera (35 x 27,5 x 10 cm), tiene una altura de 34 cm.

Objeto 14

SEXTANTE ENOSA GUARDIAMARINA N° 175 (1968).

Sector circular de 60°, de 16 cm de radio.

La escala del limbo está graduada desde - 5° a 155°, graduado de 10', con escala nonio asociada que permite apreciar 20" y lupa para la lectura.

Sistema de fijación de la alidada: tornillo sin fin.

Estibado en caja de madera (29,5 x 27,5 x 16,5 cm).

Inscripción: Exterior caja: Enosa Madrid Sextante Guardiamarina.

Objeto 15

CRONÓMETRO MARINO JOSEPH SEWILL N° 1301 (1860).

Esfera de 12 cm. de diámetro, con indicadores de horas, minutos, segundos y estado de la cuerda (de 0 a 8 días). El mortero está montado sobre una suspensión cardán, en el interior de una caja de madera de doble tapa (20,5 x 20,5 x 21,5 cm), con bisagras, esquinas y asas de latón.

Inscripción en el cronómetro: Joseph Sewill. 68, Southcastle St. Liverpool. N° 1301.

Objeto 16

CRONÓMETRO MARINO THOMAS HEWITT N.º 1560 (1887).

Esfera de 10 cm. de diámetro, con indicadores de horas, minutos, segundos y estado de la cuerda (de 0 a 56 horas). El mortero está montado sobre una suspensión cardán, en el interior de una caja de madera de doble tapa (17,5 x 17,5 x 17,5 cm), con bisagras, esquinas y asas de latón.

Inscripción en el cronómetro: Thomas Hewitt Maker to the Admiralty London N.º 1560.

Inscripción en la caja: exterior, Thomas Hewitt N.º 1560 London.

Este tipo de relojes han derivado, con sustanciosas mejoras en su fabricación y materiales, del modelo P. Le Roy (1717-1785), desarrollado de forma paralela al H-4 de Harrison y que demostró ser superior a este.

John Harrison (1693-1776) construyó en 1735 H-1, un cronómetro marino mecánico que cumplía con los requerimientos de precisión de la Royal Society. En 1759 finalizó el H-4, más pequeño y preciso que sus predecesores, durante su prueba de cuatro años se retrasó menos de 2 minutos, lo que lo habilitaba para recibir el premio de 20.000 libras, aunque no la cobraría hasta mucho después tras numerosas reclamaciones.

ANEXO II



Vitrina 3 (V3).

17. Naviesfera
18. Cronómetro solar.
19. Colección completa de tablas para los usos de la navegación y astronomía náutica por José de Mendoza y Ríos.
20. Libro L'art de nauiguer de maistre Pierre de Medine.
21. Libro "Instrucion Nauthica"
22. Tratado de Náutica por Ignacio Fossi Gutierrez
23. Almanaque Náutico de Pearson 1930.
24. Tablas de Azimuts publicadas en 1880.
25. Sun's true bearing or Azimuth tables 1914.

Objeto 17

NAVIESFERA (1943).

Se trata de un instrumento para identificar astros. Por necesidad es construido de forma que vemos las estrellas por fuera, hay que recordar que nuestra posición de observador es en el interior de la esfera. Si la esfera es ajustada de forma correcta, las estrellas deberían estar en la misma posición relativa que poseen en la esfera celeste. Esta esfera muestra una selección de astros relevantes, identificando sus constelaciones, y nebulosas, pero no del sistema solar (por la gran cantidad de cambios apreciables continuos), ni de los astros polares (por motivos mecánicos).

Objeto 18

CRONÓMETRO SOLAR DE M. FLÉCHET (FINALES DEL SIGLO XIX).

Adquirido al final del siglo XIX. Cronómetro solar de M. Fléchet, de 15,5 cm de diámetro.

Inscripción: Chronomètre solaire A Molteni 44 rue du Château d'eau Paris

Se basa en el gnomon para medir la hora con respecto a la posición del Sol en el momento, lo que indica la hora verdadera del lugar.

La sombra del gnomon es infinita a la salida del Sol, que se va reduciendo a lo largo del día, hasta llegar este al meridiano superior de lugar y opuesta a medida que transcurre la tarde. También varía la longitud de la sombra según las estaciones, siendo completamente recta en los equinoccios y ligeramente curva durante el resto de los periodos, alcanzando la máxima curvatura en el solsticio.

Objeto 19

COLECCIÓN COMPLETA DE TABLAS PARA LOS USOS DE LA NAVEGACIÓN Y ASTRONOMÍA NÁUTICA POR JOSÉ DE MENDOZA Y RÍOS. 1863

Se trata de un compendio de tablas astronómicas elaborado en el siglo XIII por Mendoza y Ríos.

Objeto 20

L'ART DE NAUIGUER DE MAISTRE PIERRE DE MEDINE, ESPAIGNOL: CONTENANT TOUTES LES REIGLES, SECRETS, & ENSEIGNEMENS NECESSAIRES, À LA BONNE NAUIGATION. Editorial Maxtor, Valladolid. 2012.

Se trata de una copia de una publicación francesa de 1554. El libro es un tratado sobre la navegación española escrito por Pedro de Medina (1493 – 1567) y traducido al francés, ilustrado y ampliado por Nicolas de Nicolai.

Objeto 21

INSTRUCION NAUTHICA, PARA EL BUEN USO, Y REGIMIENTO DE LAS NAOS, SU TRAÇA Y GOBIERNO CONFORME A LA ALTURA DE MEXICO. CÓPUEFTA POR EL DOCTOR DIEGO GARCIA DE PALACIO, DEL CÓFEJO DE FU MAGEFTAD Y FU OYDOR ENLA REAL AUDIÉCIA DE LA DICHA CIUDAD. Editorial Maxtor, Valladolid. 2012.

Copia de un tratado de navegación en las costas de Méjico de Diego García de Palacio (1540-1595) con licencia en Méjico de 1587.

Objeto 22

TRATADO DE NÁUTICA por Ignacio Fossi Gutierrez. Editorial Dossat, Madrid. 1945.

Tratados de navegación de 1945 que constan de dos partes: Astronomía náutica; y Navegación.

Objeto 23

PERSON'S NAUTICAL ALMANAC 1930. Imray, Laurie, Norie & Wilson, Ltd. London.

Almanaque náutico para el año 1930.

Objeto 24

TABLAS DE AZIMUTS. ANTONIO TERRY Y RIVAS. Imprenta de la viuda e hijos de Abienzo, Madrid 1884.

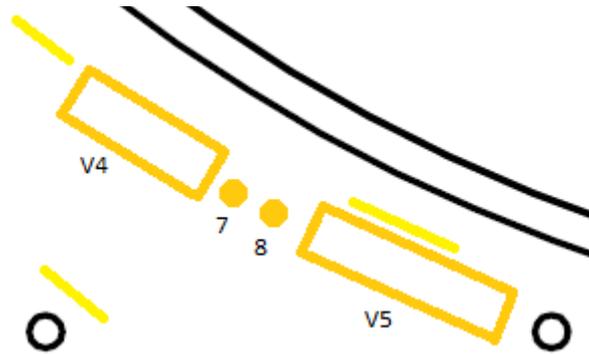
Publicación de tablas azimutales para los cálculos astronómicos del observador. Esta publicación en particular es para astros con declinaciones inferiores a 30° y entre los paralelos 0° y 60° de ambos hemisferios.

Objeto25

SUN'S TRUE BEARING OR AZIMUTH TABLES. Eyre & Spottiswoode, Ltd. London. 1914.

Publicación inglesa de tablas azimutales para los cálculos astronómicos del observador. Las tablas se encuentran tabuladas a intervalos de 4 minutos entre las latitudes 30° y 60°. La primera impresión fue en 1914.

RÓTULOS DE LOS OBJETOS PARA MOSTRAR EN EL SET 3.



Distribución del Set 3



Vitrina 4 (V4).

- 7. Radar
- 8. Radar
- 26. Radiogoniómetro RGX-1.
- 27. Radiogoniómetro Simrad ND2.
- 28. Radiolocalizador Decca Navigator Mk. XII.
- 29. Simulador de señales Decca.

Objeto 7

RADAR DECCA TM 629 (1970).

Es uno de los primeros dispositivos radar comerciales que hay.

El mejor conservado de los 3 radares Decca de la Escuela.

**Inscripción: Decca Radar TM 629 Display Unit Type 4B03CA Class 8
Serial Number P-0877 Compass safe distance: standard 4 ft steering 3
ft. Decca Radar Ltd. Made in England.**

Objeto 9

RADAR DIGILOT (1963).

**Fue instalado en 1963 como parte de un simulador de radar de la casa
Redifón. Estuvo instalado en el aula 3.11 hasta 1993.**

Objeto 26

RADIOGONIÓMETRO RGX-1(ENTRE 1939 Y 1942)

**Consta de unidad presentación visual y antena de cuadro fijo 354 n/52
N.º 6.079.**

Inscripción: Empresa Nacional Radio Marítima.

Estos dispositivos detectaban las señales de radio emitidas por estaciones conocidas de forma periódica en las cercanías del buque. Una vez identificada la señal de la estación, la antena del radiogoniómetro era posicionada hasta obtener una señal clara tomando así la demora, o radiodemora, a la estación, el procedimiento era repetido con una o dos estaciones más para poder establecer la posición.

Objeto 27

RADIOGONIÓMETRO SIMRAD ND2 (1983).

Radiogoniómetro capaz de operar en manual y automático

Inscripción: Simrad ND2. ADF Model TD-A202B serial No. 1511311

Input AC 220 v. Weight 32 kgs. Made in Japan.

Objeto 28

SISTEMA DE NAVEGACIÓN DECCA NAVIGATOR MK. XII (1965).

Fabricado por la casa Decca Navigator Company Ltd.

Consta de los siguientes elementos: receptor tipo Mark 12; simulador de señales especial para la enseñanza.

Inscripción en el receptor: Decca Navigator Mk-12.

El Decca, fue concebido por el ingeniero estadounidense William J. O'Brien en 1936 en Estados Unidos como un método para medir la velocidad de un avión con relación a tierra. Pero acabaría siendo desarrollado por la compañía Londinense Decca Radio and Television Ltd.

Sería impulsado durante la Segunda Guerra Mundial, su primer uso fue durante el desembarco de Normandía por los aliados.

El sistema empleaba una cadena de estaciones formada por una estación maestra y varias esclavas que transmitían en determinadas frecuencias. Una estación maestra radiaba ondas a una determinada frecuencia mientras otra estación esclava radiaba otra frecuencia de forma sincronizada. El instrumento de a bordo Decca empleaba la comparación de las diferentes fases de las radiofrecuencias emitidas para poder determinar la posición del buque.

Objeto 29

MK XII/V SIMULATOR TYPE 2536A.

Simulador de señales del Decca Mk XII/V.

Inscripción en el simulador: The Decca Navigator Co. Ltd. London. MK XII/V Simulator Type 2536A Serial No. 015. Made in England.

ANEXO II



Vitrina 5 (V5).

30. Navegador LORAN Marconi Marine.
31. Navegador Omega Tracor.
32. Navegador Omega 1157.
33. Navegador satelital TRANSIT Magnavox.

Objeto 30

NAVEGADOR LORAN MARCONI MARINE (1970).

Consta de un Receptor Loran de Marconi Marine D-X Navigator, para señales A y C, transistorizado, con lectura directa de las diferencias de tiempo.

Inscripción en el simulador: Enac Loran A/C Simulator.

El LORAN-A comenzó a desarrollarse en 1939 como ayuda a la navegación de la aviación y los convoyes aliados durante la Segunda Guerra Mundial, cada estación tenía un número de unidad y su localización era secreta.

Este sistema fue reemplazado en 1945 por el sistema LORAN-B, con mejoras técnicas con respecto a su primera versión, para los buques americanos. En la Figura 2.19. podemos ver un mapa de las estaciones LORAN-A cuando comenzó el cambio al sistema B, las áreas claras representan el rango de acción durante el día y las áreas oscuras, el nocturno. El sistema continuó siendo desarrollado y en 1958 entró en servicio el LORAN-C, versión esta que hoy día sigue en uso con mejoras operativas gracias al avance digital en los años 80. No obstante este sistema es cada vez menos usado dado el desarrollo del GNSS (Global Navigation Satellite System) aunque sigue siendo la mejor opción para latitudes mayores de 60°.

Objeto 31

SISTEMA DE NAVEGACIÓN OMEGA TRACOR (1974).

Fabricado por Tracor, Inc.

Consta de Receptor Omega Tracor. Registrador de líneas Tracor, modelo 700 RP. Simulador de señales

Inscripción: Tracor Omega Navigator II

Objeto32

NAVEGADOR COMPUTER OMEGA 1157. DONADO EN 1981.

Fabricado por Micro Instrumetns Co. Y donado por Utah Marine Companies.

Placa con inscripción: Donado a la Escuela Superior de la Marina Civil de Bilbao. En reconocimiento de la hospitalidad ofrecida a los oficiales españoles de Utah Marine Companies . 1 de diciembre 1981.

Desarrollado por John Alvin Pierce. Los sistemas anteriores empleaban frecuencias HF, MF o LF, lo que hacía que la cobertura de estos fuese limitada, el Omega empleaba VLF (Very Large Frequency), que permitían un mayor alcance de señal, con lo que se pudo establecer una cobertura mundial.

Su funcionamiento era similar al Decca, con la excepción de que todas las estaciones de radio empleaban la misma frecuencia. El sistema estaba compuesto por 8 estaciones de radio diseminadas de forma que formasen los vértices de un exaedro inscrito en el globo terrestre.

Objeto33

SISTEMA DE NAVEGACIÓN TRANSIT MAGNAVOX MX 1112 (1978).

Es un receptor de tercera generación del sistema TRANSIT. Fabricado por Magnavox Marine Systems.

Inscripción: Magnavox. Government & Industrial Electronics Co. Torrance California USA. Satellite Navigator. MX 1112

En 1964 EE. UU. comenzó a operar el sistema TRANSIT para la navegación de su armada y estuvo operativo hasta 1993, cuando fue definitivamente sustituido por el GPS, convirtiéndose en el primer sistema de navegación satelital civil. No fue el único, pues a finales de 1995 la URSS también puso en operativo el sistema de navegación GLONASS.

El sistema GPS establece la posición midiendo el retraso de recepción de la señal enviada por varios satélites con respecto a la copia generada por el receptor. Conociendo el retraso de llegada de la señal podemos conocer la distancia entre emisor y receptor, esta distancia conforma el radio de una esfera de posición. Empleando las esferas de posición de varios satélites se va delimitando el área de localización del buque hasta obtener su posición

Este instrumento para la navegación es el último que se ha desarrollado, posee la ventaja de darnos la posición del barco de forma instantánea y continua con una precisión de 10 metros. Esto ha causado que se haya convertido paulatinamente en el principal sistema de navegación.