

Los propósitos de este tema son:
 Dar una visión de conjunto de las nociones básicas que deben adquirir los alumnos para seguir la emisión con provecho.

Explicar del modo más sencillo posible el significado de la frase: "Fijar la posición".

Una historia de los medios empleados en la navegación marítima, y más tarde en la navegación aérea para "fijar la posición".

Este tema se incluye dentro de los trabajos científicos experimentales. Su tra-

¹ En el original de esta ficha figura la expresión "faire le point" cuya traducción exacta es "hacer el punto", o sea, conocer la situación, para lo que es necesario hallar la latitud y la longitud. Esta expresión se encuentra también como "fijar la posición" o situar un punto geográficamente. El problema de determinar la situación o posición de un punto sobre la superficie terrestre se resuelve por medio de sus coordenadas esféricas: *latitud y longitud*. (N. del T.)

Longitud de M: 30°E

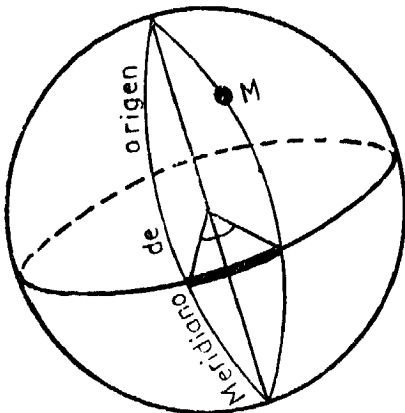


Fig.1

Latitud de M: 60°N

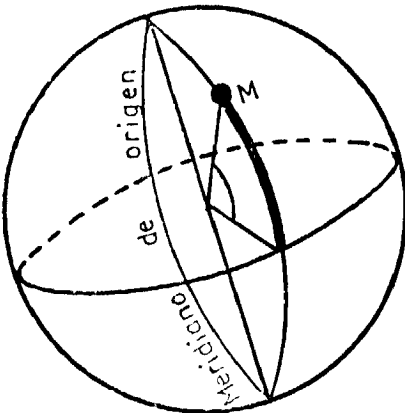


Fig.2

SITUAR UN PUNTO GEOGRAFICAMENTE ¹

Resumen de las normas didácticas para el desarrollo de un programa con destino a la emisión de televisión escolar francesa del 25 de octubre de 1961. ("Documents pour la classe", núm. 101, 12 octubre 1961, págs. 3-6 y 31-34). (Reproducción autorizada.)

El tratamiento se dirige a los alumnos más adelantados de la enseñanza primaria.

I. Nociones preliminares.

Antes de introducir a los alumnos en el conocimiento de los medios que permitieron los viajes en el pasado o de los utilizados por la navegación moderna (marítima o aérea), es necesario hacer una llamada a los conocimientos ya adquiridos en Geografía o en Astronomía:

— *Coordenadas geográficas (latitud y longitud)*;

— *Coordenadas horizontales (azimut y altura)* y establecimiento del "punto" a partir de este dato (fig. 1, 2 y 3) ²;

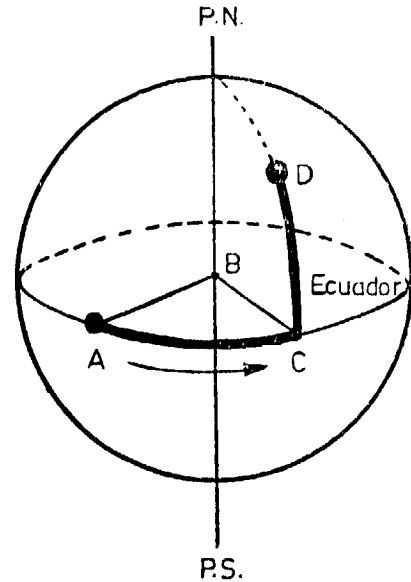
— *Relaciones entre las diferencias de hora y las diferencias de longitud*: Movimiento de rotación de la tierra (360° en 24 h.); una diferencia de una hora corresponde a una diferencia de longitud de 15°. Si la longitud se mide en horas (según la equivalencia de 360° con 24 h.), la diferencia de longitud de dos estaciones es igual a la diferencia de sus tiempos siderales ³;

² Para fijar la posición de los astros se emplean dos sistemas de coordenadas. En uno de ellos el plano fundamental es el horizonte verdadero y las dos coordenadas que fijan la posición de un astro, *altura* (Arco vertical que mide la distancia entre un astro y el horizonte) y *azimut* (Arco que forma con el meridiano el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo), contándose la primera desde el horizonte hacia el cénit de cero a 90° y la segunda sobre el horizonte desde el S. al O. de cero a 360° (ángulo acimutal). Aquí podemos considerar la *altura del polo* o arco de meridiano comprendido entre el horizonte verdadero y el polo del meridiano. La *altura del Ecuador* es el arco de meridiano comprendido entre el Ecuador y el horizonte y la altura meridiana de un astro sobre el horizonte, la del astro al pasar por el meridiano.

Hay otro sistema de coordenadas análogo al geográfico de longitud y latitud que fija la posición de un punto de la superficie terrestre. El plano fundamental es el Ecuador celeste. Las coordenadas son *ascensión recta* y *declinación*. La *ascensión recta* es el ángulo limitado por el equinoccio de primavera y la proyección del astro sobre el Ecuador (AC de la figura I).—La *declinación* es la distancia de un astro al Ecuador; equivale en la esfera celeste a lo que en nuestro globo se llama latitud. (Ver figuras I y II). (N. del T.)

³ A cada grado de longitud corresponden cuatro minutos de tiempo. (N. del T.)

(ASCENSION RECTA)



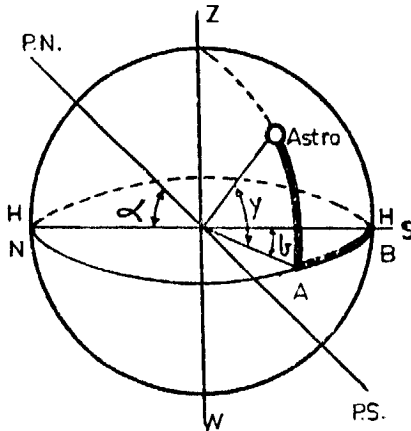
D=Astro.

AC=Ascensión recta.

A=Equinoccio de primavera.

Fig. I

(AZIMUT)



AB=Azimut

γ=Altura del astro.

β=Azimut del astro.

α=Latitud del lugar.

Fig. II

REFERENCIA DEL PUNTO M. SOBRE UNA CARTA

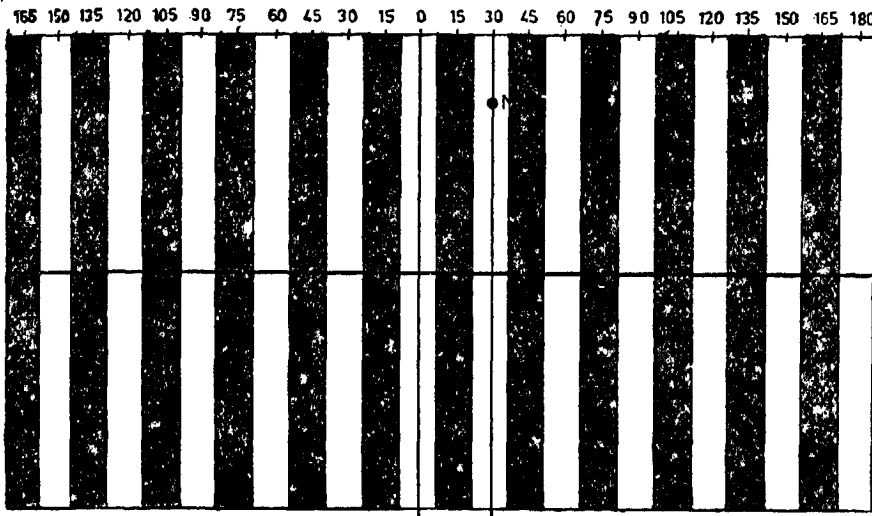


Fig 3

— *Problemas que implica el conocimiento de la hora exacta.*

Aunque es complejo para la capacidad de los alumnos primarios, sin embargo, sería útil recordar algunas nociones:

Desde siempre, la actividad de los hombres se basa sobre el movimiento aparente del Sol. Se ha observado que hay un momento del día en el que se halla en el punto más alto de su curso aparente sobre la esfera celeste (este instante varía de un lugar terrestre a otro, o la altura del Sol en este instante varía de un lugar a otro). En un lugar en este instante, *mediodía verdadero local*, el Sol culmina, pasa al meridiano local.

Se denomina *día solar verdadero* al intervalo de tiempo que separa dos pasos del Sol sobre el meridiano del lugar.

El cuadrante solar indica el tiempo solar verdadero local.

La inclinación del plano del Ecuador terrestre sobre el plano de la eclíptica, de una parte, el movimiento de traslación no uniforme de la Tierra sobre su órbita, de otra, explican que la duración del día solar verdadero no sea constante (ver: *Ecuación de tiempo*, figura núm. 4).

Por esto se ha intentado definir una unidad de tiempo cuyo valor no cambie y, no obstante, sea lo más próxima posible a la del día solar verdadero: Esta es el *día solar medio* (duración media de los días solares del año 1900).

— *División convencional de la tierra en 24 husos horarios* (meridiano origen,

línea de cambio de fecha) (fig. número 3)*:

— *Convenciones de la hora legal* que pueden variar de un país a otro;

— Los astrónomos se percataron des-

* *Meridiano origen.*—(Primer meridiano, respecto al cual se refiere la posición de los demás por el ángulo que forman con él, con-

de la antigüedad de que el tiempo solar sufría variaciones diarias, pero observaron que dos culminaciones consecutivas de una estrella⁶, en relación al mismo meridiano, están siempre separadas por una duración igual. El movimiento diurno se reproduce en un tiempo invariable (1/100 s, aproximadamente, por exceso o por defecto) éste es el *tiempo sideral* que no corresponde al tiempo solar puesto que tiene una duración media de 23 h. 54 m. 4 s. y 9/100. Los astrónomos establecen, por cálculo, *efemerides del tiempo sideral* que se publican para uso de los navegantes. Las medidas de longitud son basadas sobre el conocimiento de este tiempo sideral. Ello evita las correcciones que serían necesarias si se sirviesen del tiempo solar;

— *En cuanto a la latitud de un lugar*, se sabe que es igual a la altura del polo celeste en ese lugar. Si se mide, por

tando sobre el Ecuador.) El meridiano origen para España es el meridiano de Madrid o el de San Fernando (Cádiz). Como primer meridiano internacional se ha adoptado el del Observatorio Astronómico de Greenwich, cerca de Londres. (N. del T.)
⁶ La estrella culmina cuando atraviesa el plano meridiano (dos veces al día). (N. del T.)

ECUACION DE TIEMPO

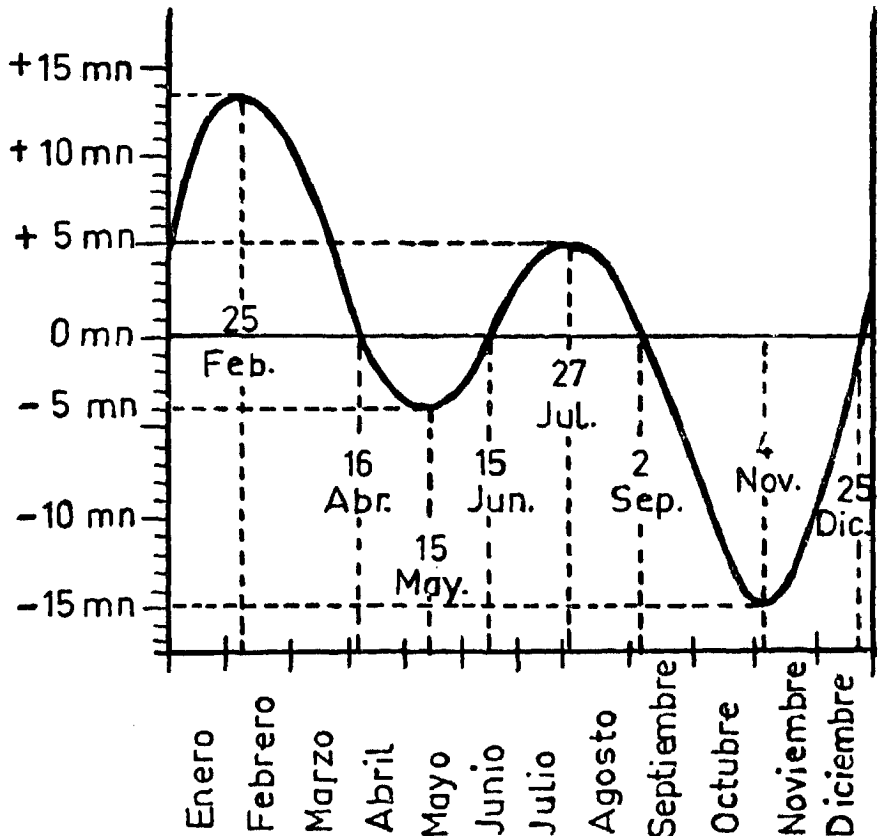


Fig.4

un procedimiento cualquiera, la altura del Sol desde su paso por el meridiano, conociendo en ese momento considerado la declinación del astro (dada por las efemérides náuticas), podría calcularse la latitud.

Para medir la latitud basta una observación local; para medir la longitud es necesario comparar dos observaciones en dos lugares diferentes. Ello explica que las medidas de la primera hayan sido siempre más precisas que las de la segunda. La importancia de las medidas de longitud para la navegación influyó en el origen de la fundación de grandes observatorios (Greenwich, Poulkovo), en el de la creación de importantes instituciones, Bureau des Longitudes, y en el de las publicaciones regulares de anuarios (*Connaissance des Temps et Ephémérides Nautiques*) (Paris); *American Ephemeris and Nautical Almanac* (Washington); *Nautical Almanac* (Londres); *Berliner Jahrbuch* (Berlín). Para todas estas nociones los maestros pueden documentarse en sus manuales de Geografía o de Matemáticas (nociones de Astronomía) *.

—Utilizando la figura número 5 se puede mostrar a los alumnos que las medidas de largas distancias terrestres o de distancias astronómicas, se reducen a medidas de ángulos.

II. ¿Qué es "fijar la posición"?

Tanto si el viajero es un marino como si es un aviador o un peatón, es preciso responder precisamente a varias cuestiones:

—¿Dónde estoy yo?

—¿Qué ruta he seguido? ¿Puedo eventualmente regresar a mi punto de partida?

—¿Qué ruta debo seguir para llegar a mi destino?

"Fijar la posición" es responder a la primera pregunta. En efecto, no es posible conocer la ruta seguida ni proseguirla, si se ignora la dirección hacia

donde se encuentra. De ahí la importancia de esta "posición" que debe dar en todo momento la situación del viajero.

El viajero moderno se preocupa poco de "fijar la posición". No quedan ya muchas tierras exploradas. El peatón, el automovilista, encuentran a cada cruce, e incluso en el desierto, tableros indicadores de los lugares, y de las distancias; disponen de mapas extremadamente precisos y detallados y no tienen

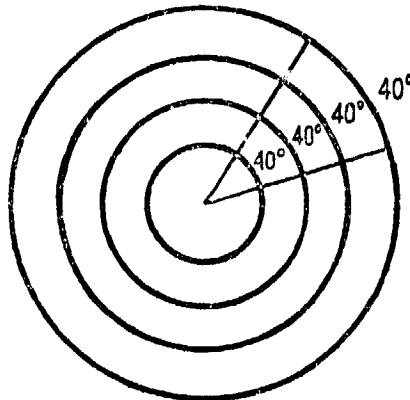


Fig. 5

otra responsabilidad que realizar la elección entre diversas rutas, todas igualmente seguras y señalizadas.

Quien utiliza el barco o el avión no se da cuenta del trabajo necesario para llegar a destino.

Si se trata de un trasatlántico puede consultar el mapa donde se inscribe la ruta de navegación, que da, todos los días a mediodía, la posición exacta del navío.

Si viaja en avión, y llega al aeropuerto a la hora prevista, puede incluso ignorar hasta el nombre de los países o de las ciudades que ha sobrevolado si viaja durante la noche, pues los servidores hacen todo lo posible para respetar el sueño de los pasajeros. No le resta otra cosa que maravillarse —si todavía es capaz de ello— por haber llegado a la hora prevista en la ciudad elegida sin error alguno de itinerario.

Sin embargo, esto no sucede siempre así: las rutas terrestres, marítimas o aéreas, no siempre son fáciles de determinar y seguir.

III. La navegación marítima.

Los primeros marinos se aventuraban en los mares lejanos, pero con cierto temor. Los griegos que los relatos de

Homero describen como arriesgados hombres de mar, viajaron de una isla a otra sobre aguas en calma y por lugares donde encontraban refugios seguros y numerosos.

Al principio, navegaban durante el día. El barco permanecía durante la noche resguardado en la playa. Los pilotos que navegaban durante la noche se orientaban mediante las estrellas. Es probable que los fenicios observasen la *estrella polar* ¹, puesto que los griegos la denominaban "estrella fenicia".

A través de los siglos los pilotos se orientaban gracias a su arte de la navegación más que a su ciencia. Conocían "secretos" que "guiaban" sus barcos: el color del agua, el vuelo de los pájaros, la presencia de ciertas raíces, y, sobre todo, la configuración de las constelaciones.

Estos medios empíricos fueron empleados durante mucho tiempo, e incluso los marinos del siglo XIX consignaban en sus diarios de a bordo todas las observaciones de este tipo.

"Tres horas y cuarto después del mediodía, nuestros ojos han quedado súbitamente extrañados por un cambio de color en las aguas muy pronunciado. Alrededor de este espacio decolorado, la mar estaba más calma y más irregularmente agitada por un pequeño oleaje."

Más tarde:

"Desde el principio del día, a los 23° de latitud aproximadamente, comenzamos a ver petreles con dorso oscuro y vientre blanqueado, especie que había desaparecido completamente desde que habíamos entrado entre los trópicos" ².

El empleo de la brújula, que aparece hacia final del siglo XII, y los perfeccionamientos aportados poco a poco a su suspensión, el control de la rapidez del navío, la confección de mapas cada vez más exactos, permitieron a los marinos y a los exploradores dirigirse progresivamente con mayor precisión.

El problema que consistía en situar

* *Latitud* (Astronomía).—Distancia que hay desde la Eclíptica a cualquier punto considerado en la esfera hacia uno de los polos.

Latitud (Geografía).—Distancia desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada por los grados de su meridiano.

Longitud (Geografía).—Distancia de un lugar respecto al primer meridiano, contada por grados en el Ecuador.

Longitud (Astronomía).—Arco de la Eclíptica contando de Occidente a Oriente y comprendido entre el punto equinoccial de Aries y el círculo perpendicular a ella que pasa por un punto de la esfera.

Meridiano (Astronomía).—Círculo máximo de la esfera celeste que pasa por los polos del mundo y por el cénit y nadir del punto de la Tierra a que se refiere.

¹ (De la Osa Menor) (Situada a distancia de un grado cerca del polo Norte de la bóveda celeste; (punto considerado en reposo) (N. del T.).

² *Voyage de Dumont d'Urville, capitaine de vaisseau autour du monde à bord de l'Astrolabe* (1826), raconté par lui-même, Paris, Maurice Dreyfous, éditeur, 13 rue du Faubourg-Montmartre.

gráficamente sobre el mapa la orientación dada por la aguja, sólo fue resuelto a mediados del siglo XV, por MERCATOR, creador del sistema de proyección utilizado todavía en las cartas marítimas.

Poco a poco fueron formuladas instrucciones de navegación, verbales y después escritas, con la ayuda de observaciones, que permitieron a los navegantes reconocer las costas o guiarse sobre los mares. Los chinos, los árabes, los vikingos, poseían tales documentos guardados a veces secretamente por los pilotos celosos de su saber. Dumont D'URVILLE aludía a ello en el relato de su viaje alrededor del mundo⁹.

"He desayunado con Rwelsch, jefe del arsenal, marino experimentado que ha navegado mucho cerca de las costas de Nueva Holanda, y especialmente por el estrecho de Torres. Me ha proporcionado útiles referencias y me ha confiado, con gran complacencia, sus diarios náuticos." (Op. cit.)

LOS INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN.

Los navegantes disponían de instrumentos de a bordo rudimentarios, progresivamente perfeccionados, que les permitían situar la posición de los astros:

—El *gnomon*: ya conocido de los egipcios en la antigüedad, se componía esencialmente de una varilla vertical que hacía sombra sobre una superficie plana y horizontal. La longitud de la sombra indicaba la altura del Sol sobre el horizonte y su dirección, es decir, la hora en el cuadrante solar, fig. 10);

—El *bastón de Jacob*¹⁰ (fig. 6).

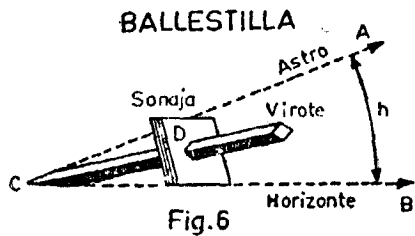


Fig. 6

⁹ Dumont D'URVILLE se encontraba entonces (1828) en Hobart-Town, capital de Tasmania.

¹⁰ Ballestilla (figura 6).—El aparato representado en la figura 6, llamado también *cruc virote* y *bastón* (hábulo) de Jacob, fue utilizado desde el siglo XVI para determinar la altura de los astros. Se componía de una regla graduada (*virote*); sobre ella se desliza una travesa (*sonaja*) cuyo eje se mantiene constantemente perpendicular al de la regla. Al mover el observador la sonaja sobre el punto de la regla con la mano hasta que las

ya utilizado por los caldeos, se diferenciaba poco de la arbastrilla empleada en la Edad Media. Moviendo la sonaja sobre la regla graduada (*virote*) se obtenía el valor del ángulo ACB. Cuando se observaba una estrella se hacía directamente. Se obtenía la situación del Sol observando la sombra de la extremidad D del martillo sobre una travesa situada en C;

—El *astrolabio* (fig. 7) es un instru-

ASTROLABIO

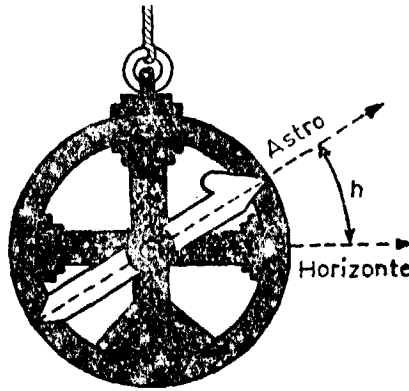


Fig. 7

mento conocido ya desde el siglo IV antes de J. C.

"Al final de la Edad Media los astrólogos del mundo árabe y de la península Ibérica, hacían corrientemente las observaciones de la altura meridional de los astros y habían calculado tablas de declinaciones solares. Los portugueses aplicaron a la navegación el método de la determinación de la latitud sobre la tierra. Solamente precisaban simplificar el astrolabio y la manera de servirse de él reduciéndolo a lo esencial. Fueron preparadas tablas de declinaciones solares y la operación del cálculo de la latitud en el mar llegó a ser de una simplicidad extrema. Se habla descubierto la navegación de altura por la observación de los astros. Europa se servía de ella como de una palanca formidable para salvar

dos líneas visuales pasan simultáneamente por la línea del horizonte y del astro cuya altura busca. Según la altura del astro observado se utilizan sonajas de distinta dimensión. El grado de deslizamiento se determina por medio de la escala que está grabada en una de las caras del virote. Este aparato fue inventado en el siglo XIV por el judío Levi BEN GERSON. (N. del T.)

la distancia llena de misterio que ocultaba dos tercios de la superficie del globo.

No se sabe exactamente cuándo se hicieron las primeras determinaciones de latitud en el mar, pero los documentos más antiguos que las mencionan datan de 1456 ó 1451.

Los viajes de 1486 más allá del cabo de Buena Esperanza, el descubrimiento de América, impropriadamente llamada Indias, y el realizado en 1498 de la ruta marítima hacia las verdaderas Indias, constituyeron el punto culminante de un siglo de preparación marítima y de estudios sistemáticos y del desarrollo del arte y de la técnica de la navegación juntamente con las determinaciones astronómicas de la latitud en el mar" (Armando CORTESAU).

—El *sextante* (fig. 8). instrumento más perfeccionado, se utiliza todavía en nuestros días. Permite, gracias a un sistema de espejos, conocer la altura de un astro (el sextante da un ángulo igual a la mitad del ángulo buscado)¹¹.

EL PROBLEMA DE LA EXACTITUD HORARIA.

Constituye un problema difícil de resolver. Se trataba de construir relojes capaces de proporcionar la hora exacta durante varias semanas, a pesar del movimiento de los navios y de las condiciones muy variable de temperatura y humedad. Por ejemplo, un error de 30 se-

¹¹ Sextante (figura 8).—En el anteojo L, se percibe un punto del horizonte a través del espejo m, (es un espejo especial semiplateado), al mismo tiempo la imagen del astro se refleja sucesivamente en los espejos M y m. El valor del ángulo XYZ, doble del SRT, se lee en la escala graduada del aparato. (N. del T.)

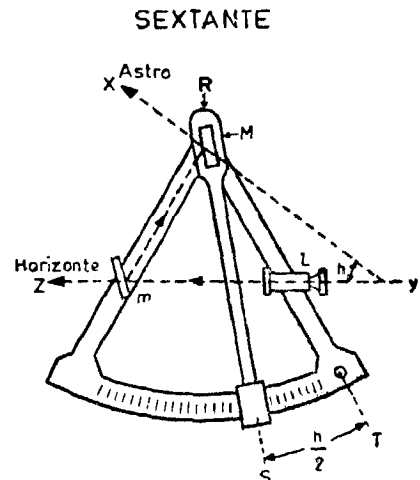


Fig. 8

gundos por día, al cabo de un mes de navegación supone un error de longitud de casi 4', o sea, 400 kilómetros en el Ecuador. Este problema no fue resuelto sino a principios del siglo XIX, época en la que las naves comenzaron a ser equipadas con cronómetros perfeccionados, más exactos (*garde-temps*).

En nuestros días el problema ha sido resuelto por la transmisión radiotelegráfica, varias veces por día, de señales horarias de una gran precisión (centésima de segundo).

IV. La navegación moderna.

La navegación moderna es primordialmente la marítima, pero cada vez más la aérea. Los primeros aviones empleaban la navegación "visual". El piloto conservaba contacto visual con el Sol y seguía una ruta jalónada por referencias o señales conocidas, de posición fija y de forma característica.

"Antes de partir, había "fotografiado" cuidadosamente el recorrido, eligiendo puntos de referencia que me permitieran navegar "visualmente": (...) canales, vías férreas, lagunas, etc.

Durante mis horas libres perfeccioné un mapa destinado a procurar a los pilotos conocimientos geográficos precisos sobre las regiones que sobrevuelan. Destacaba cuidadosamente referencias esenciales: ciudad, ríos, valles, etcétera, que la tierra puede procurar al cielo: playas triangulares, campos rodeados de árboles, desembocadura de río, fuente, etcétera (...); brevemente, todo aquello que pudiera permitir a un aviador en dificultades aterrizar sin peligro sobre un campo seguro.

Paralelamente redactaba un estado completo de las informaciones meteorológicas que había reunido (vientos fuertes, tornados, sistemas nubosos (...), etc.). De estas cartas y estados se hacían varios ejemplares que constituían un verdadero código y evitaban numerosos sinsabores a los pilotos nuevamente lanzados sobre la ruta" (DÍEZ DAURAT).

Estos procedimientos de navegación eran insuficientes, incluso para los aviones que volaban a baja altura:

"Una simple figura geométrica puede dar idea de la dificultad de la referencia aérea. Dibujad un cuadrado con sus dos diagonales, según los caprichos de nuestra mirada podremos ver tanto el cuadrado como cuatro triángulos unidos por sus vértices. En el aire hasta podría ser una pirámide de base cuadrada o una profunda depresión de la misma forma.

Otra apreciación engañosa resulta de cierta posición inestable de un aparato. Si el aviador modificarse un grado el eje longitudinal del avión con relación al horizonte, ello se traduciría por una diferencia de altura de 175 metros para una referencia situada a 10 kilómetros, radio de visibilidad normal de un terreno" (MARCEL JULIÁN).

A medida que el vuelo se hace más rápido, más elevado, más lejano, cuando se desea atravesar océanos o desiertos, este procedimiento llega a ser totalmente insuficiente, a pesar de las señalizaciones.

Los aviones adoptaron entonces el modo de navegar "por estima" que consiste en determinar, a partir de una posición conocida, la posición que se considere al término de un cierto tiempo calculando el camino recorrido en una dirección dada. La brújula fue adaptada a las condiciones de viajes aéreos. Los indicadores de velocidad y los calculadores de viento vinieron en auxilio de los navegantes.

El navegante aéreo que vuela durante la noche o entre las nubes debe tener en cuenta un "error de estima", o sea, un posible error sobre su posición igual a un 14 o un 20 por 100 de la distancia total recorrida. Volando a 300 kilómetros por hora, por ejemplo, después de hora y media de vuelo sin referencias precisas sobre la posición, sería una gran imprudencia el intento de pasar a ciegas entre dos picachos distantes uno de otro... 100 kilómetros.

El aviador ha buscado, pues, obtener referencias precisas que le permitan establecer su situación real, y para ello se ha dirigido al cielo y a la tierra.

La navegación astronómica, practicada desde hace cinco siglos por los marinos provee al mismo tiempo que el conocimiento de las estrellas lo esencial de los métodos y de los instrumentos. Pero

las condiciones particulares de vuelo y su rapidez han implicado una evolución de los documentos y de los materiales utilizados.

Han sido perfeccionados los sextantes para la rapidez de lectura mediante el sistema periscópico, del cual van provistos los aviones modernos.

La navegación astronómica exige todavía cálculos dilatados y un cielo puro. Por ello el aviador se ha vuelto hacia la tierra y ha exigido a otros hombres, y después a dispositivos automáticos, ayuda y guía en su ruta, utilizando un sistema de transmisión de señales, nacido, como el avión, con el siglo.

La radionavegación reemplaza el universo perceptible por el mundo artificial de las ondas. El arte del navegante consiste en el empleo y combinación juiciosa de los diferentes medios que le son ofrecidos y en obtener la mejor partida posible de las técnicas, principalmente de la meteorología.

Todavía hay embarcaciones pequeñas de carga o pesca que siguen dirigiéndose únicamente "a vista" o "por estimación". Los trasatlánticos determinan la situación por medio de la radio recibiendo las señales de los radiofaros o por radiogoniometría.

Este procedimiento de navegación empleado también por los aviones, permite determinar la posición de modo suficientemente preciso y navegar sin visibilidad en la vecindad de las costas. Para grandes distancias se utilizan los sistemas GER y LORAN, por ejemplo; para distancias más cortas y la precisión del aterrizaje, el DECCA.

A pesar de la precisión de las instalaciones, los aparatos radioeléctricos tienen ciertas limitaciones, como, por ejemplo, las averías. En numerosas regiones del mundo y especialmente en pleno océano, el navegante siempre recurrirá a la "posición astronómica".

TRABAJOS PRACTICOS

I. Determinación del meridiano de un lugar (fig. 9).

—Material necesario: una varilla rígida de un metro de longitud, una plomada, un cordel fino y un trozo de tiza (o compás de encerado).

—Observar dos horas antes del mediodía verdadero la sombra de la varilla, y marcar el punto A. Trazar un arco con centro en O y de radio OA por medio del cordel y de la tiza, en el

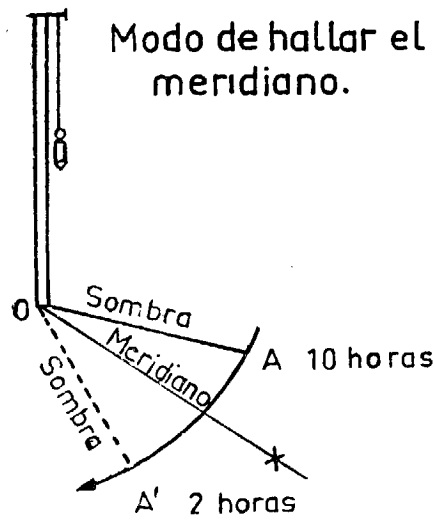


Fig.9

sentido del desplazamiento de la sombra de la varilla. Esperar a que el extremo de la sombra caiga sobre el arco trazado, y marcar el punto A'. El meridiano se obtiene trazando la bisectriz del ángulo AOA'.

II. Construcción de un cuadrante solar horizontal (fig. 10).

—Material necesario: una lámina de cartón, de metal o de material plástico, rígida, de 40 cm. de lado. Un triángulo de la misma materia para confeccionar el estilo.

El plano del triángulo es perpendicular al cuadrante horizontal. El borde inclinado del triángulo (estilo) forma con el cuadrante un ángulo igual a la latitud del lugar (córtese el triángulo para que cumpla estas condiciones).

El plano vertical del triángulo debe coincidir con el plano meridiano local. Para graduar el cuadrante utilícese un plano auxiliar que pasando por el estilo forme con el plano del triángulo un ángulo de 15° (o de 30° ó de 45°) y construir la intersección de este plano con el plano del cuadrante.

III. Construcción de un teodolito (fig. 11).

—Material necesario: Una plancha de 40 x 40 cm. para la base. Un soporte vertical de 6 x 6 x 40 cm. Dos clavos o tornillos para eje de rota-

ción. Un transportador de al menos 20 cm. de diámetro. Un tubo. Una plomada.

Este aparato rudimentario permite hacer un ensayo de lectura de coordenadas horizontales de un astro o de un objeto terrestre alejado.

—El eje de la base debe estar dirigido hacia el meridiano, con el cero hacia el Sur.

—Son posibles dos movimientos, en acimut y en altura.

PROBLEMAS

I.—Calcular:

- 1.º La longitud de un grado de meridiano terrestre;
- 2.º La longitud de un minuto de meridiano terrestre (milla marina);
- 3.º La longitud del segundo de meridiano terrestre;
- 4.º La longitud del semisegundo de meridiano terrestre (nudo marino = 1/120 del meridiano terrestre);
- 5.º Los submúltiplos de grado que corresponden al kilómetro.

II.—Calcular la correspondencia entre la hora y el grado y sus submúltiplos.

III.—Sabido que la diferencia de longitudes entre Estrasburgo y Brest es de 12° 30' aproximadamente y que la longitud de Estrasburgo es 7° 46' y 4" E, calcular la longitud de Brest. ¿Qué hora es en Brest cuando es mediodía verdadero en Estrasburgo?

La longitud de París es de 2° 20'. ¿Cuál es en minutos y segundos la diferencia de horas locales verdaderas de París y de Greenwich?

TEMAS DE REFLEXION

Según se realice el viaje de vuelta al mundo hacia el Oeste o hacia el Este, ¿cómo debe llevar el viajero su cuer-

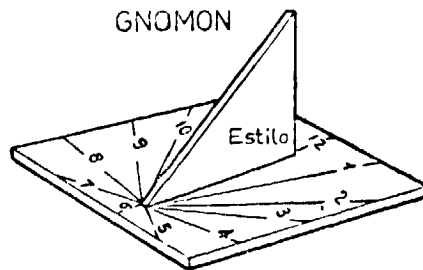


Fig.10

Construcción de un teodolito.

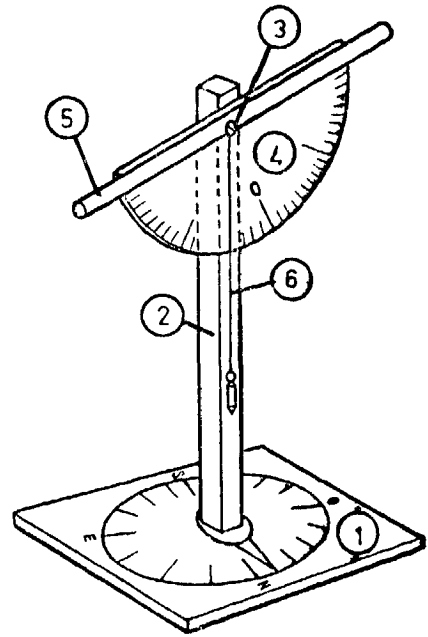


Fig.11

no de a bordo? (Ejemplos: Magallanes o Phileas Fog).

—¿Equivocarse 2º en la medida de la latitud equivale a presentarse ante Saint-Nazaire, cuando se querría haber ido a Busdeos? ¿Es esto exacto? "

²² VOCABULARIO. Alidada.—Regla fija o móvil que lleva perpendicularmente y en cada extremo una pinula. Acompaña a cierto instrumento de Topografía y sirve para dirigir visuales.

Azmutar.—Cada uno de los círculos, esfera celeste, paralelos al Ecuador.

Arbalestrilla.—Instrumento antiguo que viene a ser un sextante de alidadas.

Astrolabio.—Instrumento provisto de círculos graduados y alidadas en el que estaba representada la esfera celeste.

Cenit y nadir.—Los dos puntos opuestos de la prolongación de la vertical de la Tierra en la esfera celeste.

Círculo horario.—El máximo de la esfera celeste que pasa por los polos celestes y el centro de un astro.

Cuadrante (Astronomía).—Instrumento compuesto de un cuarto de círculo graduado, con pinulas o anteojos, para medir ángulos.

Eclíptica (Astronomía).—Círculo máximo de la esfera celeste, que en la actualidad corta al Ecuador en ángulo de 23 grados y 27 minutos, y señala el curso aparente del Sol durante el año.

Endiómetro.—Instrumento para determinar el meridiano de un lugar.

Estilo.—Gnomon indicador que señala las horas.

Gnomon.—Cuadrante solar. Varilla de señal (relojes de sol). Aparato usado por los astrónomos para conocer la altura del Sol y principalmente el solsticio.

Medio ciclo.—Meridiano superior, o sea, parte del círculo meridiano sobre el horizonte.

Pinula.—Tablilla metálica que, en los instrumentos topográficos y astronómicos, sirve para dirigir visuales por una abertura circular o longitudinal que la misma tiene.