# LA NAVEGACIÓN MEDIEVAL

Autor:
Data de publicació: 04-11-2013

LA NAVEGACIÓN MEDIEVAL
(O cómo se conocía la posición del buque en alta mar sin brújula y sin reloj).

José Antonio Hurtado García ( Ingeniero Aeronáutico).

Este artículo es un extracto del publicado en la revista “Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica” del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos y las conferencias impartidas en las sedes del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria.

INTRODUCCIÓN:
Durante más de cuatro siglos se viene afirmando que tanto en el mundo Antiguo como en el Medievo, no existía un método exacto para el cálculo de lo que hoy conocemos como latitud geográfica. Ya en la Edad Moderna Felipe III ofreció una recompensa para aquél que lograra solucionar el problema, posteriormente Luis XIV de Francia convocó un premio semejante, y el Rey de Inglaterra ofreció 20.000 libras hasta que en 1.760 un relojero John Handerson obtuvo la mitad de la suma por su maquinaria con ballestilla y trinquete derrotando así a los más afamados matemáticos de los siglos XVI, XVII y parte del XVIII que también intentaron resolver el problema.

Sin embargo, el método es tan sencillo como describe el recuadro que abre el artículo, pero tal método estará siempre fuera del alcance de cualquier científico ortodoxo de formación universitaria clásica, ya que para él, el principio de “autoridad académica” está tan fuera de toda duda que cuestionárselo significa una herejía tan grave como la violación de un dogma, así que de antemano advierto que voy a cometer una de las mayores transgresiones que quizás nunca se hayan realizado contra la Astronomía Clásica, pero en realidad, la determinación de quién haya sido el infractor depende del color del cristal con que se mire.

CLAUDIO PTOLOMEO.
Entiendo que la longitud de éste artículo me impide explicar quién fue el autor de “Almagesto” (“El más grande” según la copia árabe) y su contribución a la astronomía actual, pero si quiero aclarar que de su segunda obra, la “Geografía” que es la que se necesita para éste artículo, lo que ha llegado hasta nosotros no es ni siquiera un manuscrito árabe, sino una traducción del latín al griego y al alemán de finales del medioevo realizada por Regiomontano (Johann Müller, al que le debemos la palabra “seno” para la función trigonométrica y que aprendió griego para “devolver” la obra a su lengua original que había traducido del árabe al latín) y que continuaron, a su muerte, sus discípulos.

Pues bien Ptolomeo, define los puntos del Este y del Oeste como la intersección del ecuador celeste con el plano del horizonte local, que como sabemos es tangente a la superficie de la Tierra en el punto donde se sitúa el observador, dichos puntos se aprecian en la Fig.1. Pero en el punto 1.6 del Tomo 43 del Almagesto Ptolomeo aduce que como el radio de la Tierra es despreciable frente al radio de la esfera donde sitúa sus estrellas fijas, se puede tomar como plano del horizonte local un plano paralelo al real y que pase por el centro de la Tierra (que es el centro del Universo en su sistema cosmográfico). Lo que hace que los puntos Este y Oeste celestes se sitúen a 90º a izquierda y derecha del meridiano de observación, y sobre el ecuador celeste tal y como representa la Fig. 2. Y nada de esto es inventado por mí si no que está obtenido de versiones inglesas actualizadas de las copias mencionadas.

Pero Ptolomeo era matemático y por tanto coherente, si el Este y el Oeste celeste están en el plano ecuatorial y alineados con respecto al centro de la Tierra, ¿de quién nace la idea de situar al Este y al Oeste terrestres en el infinito del plano del horizonte local?, porque esa es la primera idea que hace fracasar cualquier intento de establecer un

sistema matemático que me permita determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre sin tener que acudir a la Astronomía. Según mi criterio Ptolomeo situó el Este y el Oeste terrestres sobre el Ecuador terrestre y a 90º a izquierda y derecha del punto de intersección del meridiano que pasa por el punto de observación con el propio Ecuador tal y como muestro en la Fig. 3 con lo que tenía 4 parámetros para determinar la situación del punto, los conocidos como longitud y latitud y los que yo he llamado “distancia a la equinoccial” (en honor a Colón que lo utiliza) y “longura” denominación obtenida de una traducción de un manuscrito árabe del siglo XI que se conserva en la Biblioteca Nacional Francesa.

Las líneas perpendiculares al meridiano y que van del Este al Oeste son ortodrómicas y totalmente equivalentes a los meridianos pero cuyo eje es el eje polar clásico, pero rotándolo 90º en el plano perpendicular al Ecuador y que pasa por los cuatro polos. Con ese sistema de coordenadas Ptolomeo puede aplicar tanto el clásico teorema de Menelao de la trigonometría esférica, como el llamado “teorema del coseno” que él mismo utiliza en el Almagesto, porque estamos hablando de triángulos que al ser perpendiculares al meridiano o al ecuador tienen un ángulo recto. Colón, más de 1300 años después nos dirá que la Gomera y La Española están en la misma línea, pues distan lo mismo de la equinoccial y basta trazar una ortodrómica perpendicular al meridiano 18ºW por los 28ºN para ver que efectivamente atraviesa la isla caribeña, y se comprueba en el mapa de Juan de la Cosa que la Española está “en un paralelo” (una recta paralela al Ecuador del mapa) frente a Canarias.

Pero no es el único error que se ha cometido en la traducción de Ptolomeo; el alejandrino sitúa a Canarias en el primer meridiano de la “eukumene” cosa bastante lógica puesto que en su época era desconocida la numeración posicional de base diez que incluye el 0 y que nace en la India en el siglo V y llega a Europa a través de la cultura islámica, todas las Tablas Ptolemaicas que han llegado hasta nosotros dejan muy claro que las llamadas “Fortunate insule” están en el meridiano 1 y toda la interpretación de la “Geografía” sitúa a Las Afortunadas a la distancia de un grado del origen ¿qué significa eso? Que alguien confundió la Ómicron con el 0 y añadió dicha cifra a los numerales alfabéticos griegos con lo que el Alfa, principio, pasó de 1 a 0 y el Xi pasó de 600 a 500 y se nos ha explicado que para Ptolomeo el valor de la longitud de 1º sobre la superficie terrestre (los griegos no medían ángulos, sino longitudes de arco) era de 500 estadios en vez de los 600 que en realidad daba el alejandrino.

Y eso es fundamental, primero al ser la unidad de una longitud menor, la distancia a representar obtenida es mayor y basta ver las representaciones de los mapas de Ptolomeo basados en los de Ulm para observar la deformación longitudinal de los mismos, pero un grado de 600 estadios teniendo en cuenta que un estadio olímpico eran 185 metros nos da el valor para el grado de 600x185 = 60 x 1850 y tengamos en cuenta que nuestro valor actual del grado en millas náuticas es de 60 x 1852. Ptolomeo conocía muy bien el perímetro del círculo máximo terrestre.

EL ISLÁM.

Si nosotros recorremos desde un punto cualquiera de partida, por la “línea de poniente” (línea perpendicular al meridiano del puerto de partida precisamente en el punto donde se sitúa el puerto, desde el punto cardinal Oeste situado sobre el ecuador) una longura determinada, por ejemplo 750 leguas de 4 millas estaremos recorriendo 3000 millas que a 60 millas por grado nos dan 50º, ¿qué variación de longitud tendremos desde el puerto inicial?, la respuesta la conocía Ptolomeo, pero también Colón; tendremos un triángulo esférico con vértice en el Polo Norte, uno de sus lados la colatitud del puerto de salida, un ángulo recto, el segundo cateto es la longura de 50º y la longitud (en nuestro sistema actual) es el ángulo que forman la hipotenusa y el primer cateto y la solución tomando como puerto de salida el punto más occidental de la isla de El Hierro la tenemos en la Fig. 4.

Esa ecuación que parece complicada es una ecuación lineal y fue la cultura islámica la que merced a las definiciones que muestro en la Fig. 5 la que permitió resolverla de forma que “quedase al alcance de un marinero”, si con Ptolomeo era necesario tener un matemático a bordo para situarse el desarrollo científico de la cultura islámica en lo que a álgebra y trigonometría se refiere posibilitó la utilización de cuadrantes trigonométricos de utilización sencilla. Utilizandos los cambios que se ven en la Fig.6 la resolución es inmediata. Antes de partir se conoce la secante correspondiente a la distancia a la equinoccial del puerto de salida, como el valor de esa secante es la tangente de una recta dibujamos en unos ejes de coordenadas una recta con dicha pendiente. Conocido el arco de la longura que se ha viajado según la línea de poniente conocemos la tangente del arco, así que la marcamos sobre el eje OX y levantamos perpendicular hasta que nos corte a la recta, desde ese punto la paralela a OX hasta que nos corte a OY y ese es el valor de la tangente del arco de la longitud que se ha navegado, tan sencillo como conociendo la tangente dibújese el ángulo.

Tal y como dije al principio, no existía ningún problema para el cálculo de la longitud, el problema se originó cuando alguien se llevo el Este y el Oeste al plano del horizonte local con lo que al desaparecer los triángulos esféricos no se le pudieron aplicar proposiciones algebraicas conocidas desde por lo menos 200 años antes de Cristo, se varió el valor de la longitud de 1º sobre la superficie terrestre, y el resultado de admitir axiomas como dogmas de fe, fue tener que

esperar a la llegada de un relojero. Pero ahí está el viaje de Colón a un punto que conocía de antemano y tercos mapas como el de Piri-Reis, o Waaldesmüller y varios más que muestran porciones de la costa sudamericana previamente a su descubrimiento, señal inequívoca de que alguien estuvo allí y no sólo no se perdió sino que supo volver y cartografiar y lo que someramente acabo de explicar resuelve el problema, aunque la Historia no quiera admitir que dicho problema existe, y la navegación trasatlántica fue posible, como mínimo, desde el II siglo de nuestra era.