MARTÍN CORTÉS y la navegación astronómica.

"¿Qué cosa tan ardua como dar guía a una nao engolfada, donde sólo agua y cielo verse puede?"

Breve compendio de la Sphera y de la arte de navegar.

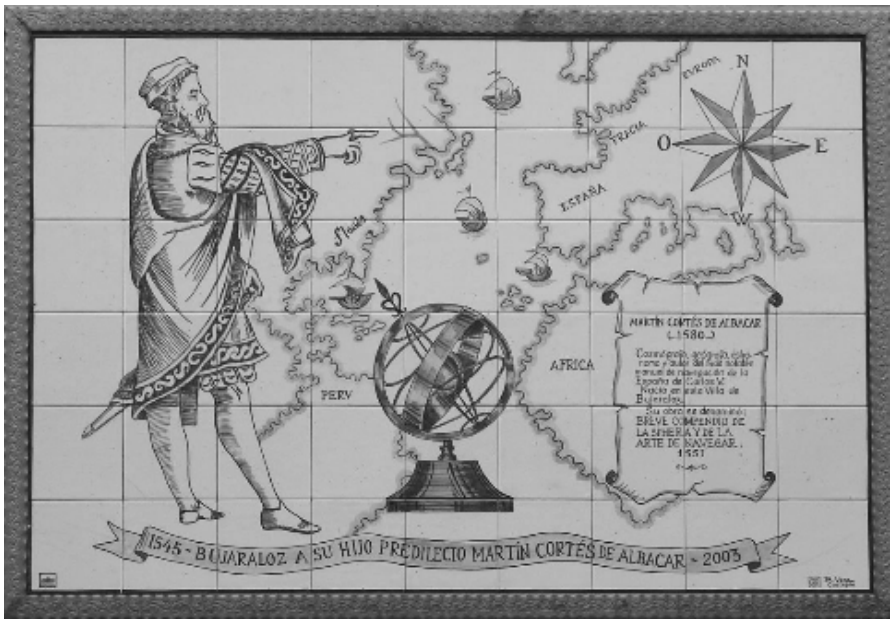
Al hacerse esta pregunta, Cortés inicia lo que hoy denominamos **"navegación astronómica". ¿**Qué llevaría a un hombre de tierra adentro a dejar su contexto monegrino y aventurarse en el arte de navegar en la mar?

Cuando emprendemos un viaje largo y desconocemos el itinerario, o debemos callejear por una ciudad a la que no estamos habituados, actualmente, dejamos en las manos del GPS (Sistema global de posicionamiento) de nuestro vehículo, la labor de **"guiarnos"**. El mismo sistema es utilizado por grandes navíos, aeronaves y otros transportes para llegar a "buen puerto", ¡hasta la maquinaría agrícola lo utiliza para rentabilizar al máximo su trabajo!

La acción de guiar, orientar y dirigir hacia algún lugar se reúne en un arte: **"El arte de la navegación".**

La "navegación" en la superficie de la Tierra consiste en la determinación de **"la posición"** sobre la misma, en términos de **latitud y longitud**, y para tal fin es necesario utilizar aritmética, geometría, trigonometría y astronomía. En estas ciencias también se sustenta el actual sistema de navegación **GPS,** amén de su tecnología aeronáutica, electrónica e informática. Pero, aún ahora, todo barco, aeronave, o expedición a "recónditos lugares", debe llevar a "bordo" un "navegante", el cual pueda realizar su cometido sin tanta ayuda electrónica, en previsión de que ésta falle.

¿Pero que tiene que ver un monegrino del siglo XVI con el GPS, el "Arte de navegar", y concretamente con "El arte de la navegación por alta mar"? Primero, recordemos un poco de historia.



En el siglo XVI, y debido a la necesidad de comunicación, “control” y “dominio” de los nuevos territorios recién descubiertos, entre ellos América, se produce en la Península Ibérica un importante desarrollo de las técnicas relacionadas con la navegación en alta mar.
En este tiempo, España y Portugal se convierten en grandes potencias, gracias entre otros motivos al ser fundadoras de la navegación científica, la cual surge a la colaboración entre dos gremios, marinos y científicos.

Como fruto de esa colaboración, se escriben diversos tratados sobre la navegación, que a lo largo del siglo XVI se irán perfeccionando para dar solución a los problemas técnicos que planteaban los grandes viajes a “las nuevas tierras”.

Entre estos tratados, destacan los trabajos de Francisco Faleiro, Pedro de Medina y **Martín Cortés**, cuyas obras son consideradas como los primeros “manuales” en el arte de navegar basados en conocimientos científicos.

El trabajo de este aragonés:

Tenemos pocos datos biográficos de Marín Cortés, entre ellos sabemos que nació en **Bujaraloz (Zaragoza)** hacia 1510 porque él mismo lo dice en su obra, “*Breve compendio de la Sphera y de la arte de navegar”*. Obra publicada en Sevilla en 1551, en su primera edición, y en 1556 en la segunda edición. Muy joven se traslada a Cádiz, lugar donde viviría y donde se supone aprendió las técnicas de la navegación. Al parecer, debió morir antes de 1582.

Breue Compendio
de la Sphera
y de la
Arte de Nauegar
con nueuos instrumentos y reglas - exemplificado con muy subtiles demonstraciones: compuesto por Martin Cortes natural de burjaloroz en el reyno de Aragon y de presente vezino de la ciudad de Cadiz: dirigido al inuictissimo Monarcha Carlo Quinto Rey de las Hespañas etc. Señor Nuestro.

cõpuesto por Martin Cortes.

Acabose oy miercoles bispera de Corpus christi a.xxvii. dias del mes de Mayo año de nuestro señor Jesu Christo de. 1551 años.

Impresso en la muy noble y muy leal ciudad de Seuilla en casa de Anton Alvarez impressor de libros en la calle de lombardas junto ala Madalena.

Martín Cortés supo reunir en su persona la ciencia y la experiencia, y ponerlas al servicio de una necesidad, la de surcar los océanos, los cuales eran enormes, como la nueva visión del mundo que se abrió con el descubrimiento de nuevas tierras.

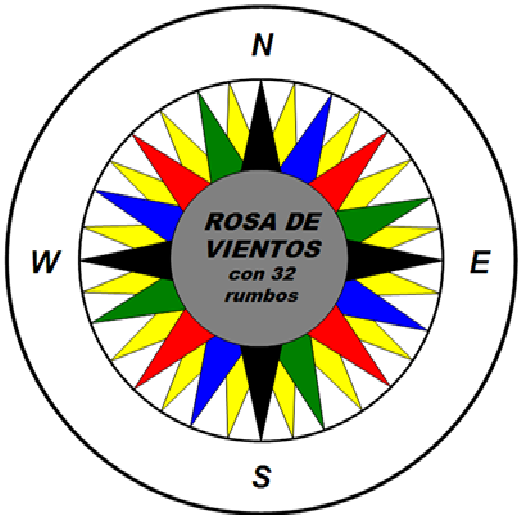
Era “Cosmógrafo” o experto en **cosmografía,** siendo la cosmografía la ciencia que describe el universo teniendo en cuenta la geografía, la astronomía y la geometría. Considerado también matemático, sabemos que conocía la obra de sabios de la antigüedad en especial de Alfonso X el Sabio y la escuela de Traductores de Toledo, de Abraham Zacuto y de Sacrobosco, y por tanto, que tenía base en astronomía.

Ejerció su labor profesional como formador de navegantes y pilotos, al amparo de **La Casa de Contratación de Indias** (nacida en 1503 y con sede en Sevilla, con el fin de regular y fomentar el comercio y la navegación con “El nuevo mundo”). En este contexto, no es de extrañar que adquiriese una gran experiencia en el arte de la navegación, transmitida, en parte por sus antecesores en las tareas de explicar esta difícil arte de navegar por tierras oceánicas, y en parte, por las narraciones y experiencias de los pilotos que surcaban los mares.

El de Bujaraloz ha pasado a la historia, por que su obra, “*Breve compendio de la Sphera y de la arte de navegar”*, es considerada como el primer tratado científico de navegación, y por tanto, por las nuevas teorías que en ella se proponen. Su tratado tuvo tan buena acogida que Richard Eden en Londres lo tradujo y lo publicó en 1561 con el titulo *The art of navigation*. Posteriormente se volvería a editar en inglés hasta en ocho ocasiones, se llegó a decir que era uno de los libros más importantes jamás impresos, y se usó para la formación de los pilotos de la marina británica durante mucho tiempo.

La aportación de Martín Cortés fué, entre otras, la relacionada con la orientación en el mar, descubrió el fenómeno de **“la variación magnética”** (conocida en la actualidad como **declinación magnética**). El monegrino nos habla en su famosa obra, de la existencia de un **polo magnético** que provoca que la brújula se desvíe, y que éste no coincide en absoluto con **el polo geográfico** (los puntos de la superficie de la Tierra por donde “sale el imaginario eje de rotación o eje del mundo**”, primordiales como puntos de referencia**), habiendo una desviación entre ambos que varía, además, según en el lugar donde te encuentres, y en el tiempo.

También, es el primero en intuir que las **cartas marinas** usadas para la navegación en la época y con un concepto intrínseco de planitud terrestre, deben adecuarse para representar **“La globosidad del mundo”**.



La evolución de las artes de navegación:

En el siglo XV, la navegación era un "arte" que se aprendía a bordo, al lado de un piloto experimentado, y se dominaba después de muchos viajes por los mares y océanos, muchos de los cuales estaban aún por explorar.

En este mismo siglo, con el descubrimiento del océano Índico y posteriormente de América, la imagen del mundo cambio de forma radical, "**el mundo se hace enorme"**. Respecto a la navegación, se saltó desde "los cerrados" mares como el Mediterráneo y los mares del norte de Europa, al espacio abierto formado por los grandes océanos que conforman la mayor parte de la superficie de la Tierra.

El arte de navegar de "Cabo a Cabo":
En estos mares se navega utilizando la técnica del **"Cabotaje"** o arte de navegar de cabo a cabo, prácticamente sin dejar de ver la costa. En estas singladuras se anotaban en un libro, **"El derrotero"**, a semejanza de un diario, desde los diferentes accidentes geográficos del litoral hasta cuestiones anecdóticas sobre fauna y flora de un determinado lugar, todo ello para dejar constancia y facilitar los futuros viajes por la misma zona.

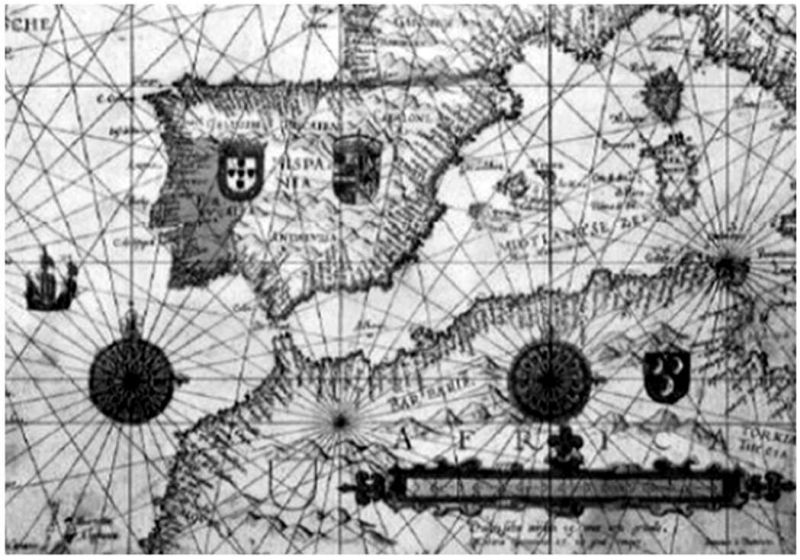
Pero si había que dar un salto "mar adentro", para ir a "la otra orilla", suponía no ver la costa en unos pocos días, y entonces "el cabotaje" no servía. Para esta nueva necesidad, se utilizaba otra técnica de navegación conocida como el arte de **"Rumbo y Estima".** Básicamente este arte consistía en estimar la distancia recorrida "sobre" un determinado "rumbo", el cual era fijado por medio de la utilización de la **"aguja náutica"** (la Brújula) y una carta de navegación o **"Carta náutica".**

Se tiene conocimiento que en el siglo XII ya se utilizaba una primitiva brújula consistente en un pedazo de mineral magnético (magnetita) colocado en un flotador, y este, a la vez, sobre una vasija de agua.

Brújula o "aguja náutica" sobre carta marina "globosa"

Las cartas náuticas representaban, con no mucha exactitud, la posición de los diferentes puertos y la forma general de las costas. Portaban dos reseñas importantes, **"el Tronco**

de Leguas” que era una escala gráfica para determinar las distancias, y varias **“Rosas de los Vientos”** unidas entre sí por una interminable cantidad de líneas para determinar los rumbos. Además de su “supuesta exactitud”, las cartas reflejaban un mundo plano, lejos de la “globosidad“ real, la cual se hace más patente cuanto mayores son las distancias a recorrer.



Detalle carta marina de SPIEGHEL DER ZEE-VAERT LEIDEN, de 1584, se aprecia en la parte inferior-izquierda el “TRONCO DE LEGUAS”

El arte de “Rumbo y Estima”:
Para ir de un puerto a otro, con este nuevo arte de “rumbo y estima, se trazaba en la carta la línea que los uniese, de esta forma se tenía la dirección que debía indicar la brújula con respecto “al avance del navío”. Pero era una situación ideal, ya que generalmente la línea de rumbo no coincidía con los vientos predominantes y se debía navegar en “zis-zas”, lo que conllevaba la navegación por resolución de triángulos rectángulos y el conocimiento de la trigonometría plana, disciplinas que no dominaban, en absoluto, la mayoría de marinos. Para facilitar este “arte” y suplir la anterior deficiencia, los matemáticos proporcionaban a los pilotos unas tablas donde se le indicaba cuanto tiempo tenía que navegar sobre un determinado rumbo y las maniobras o cambios de dirección para retornar a la dirección ideal.

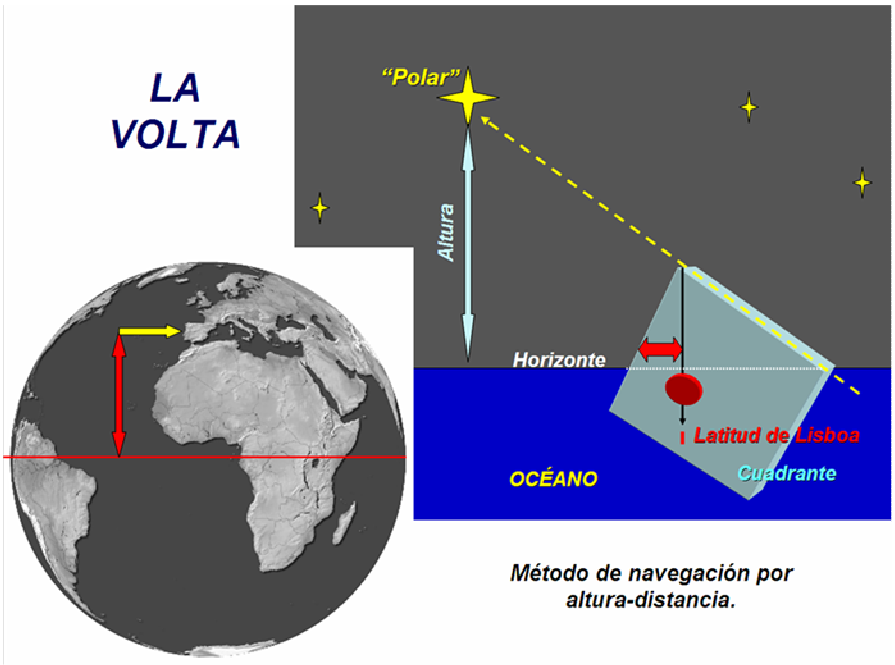
Sabemos que los cambios de dirección se controlaba con la “aguja náutica”, pero ¿cómo se calculaba la distancia recorrida? Se utilizaba una soga dotada de una serie de nudos equidistantes. En uno de sus extremos se incorporaba un objeto semi-flotante y se tiraba éste por la borda de popa. La nave al avanzar hacia pasar los nudos por las manos del piloto, el cual los contaba en un tiempo controlado por un reloj de arena. De esta forma un conjunto de nudos en un tiempo determinaba la velocidad (en **“nudos”),** y ya se podía calcular la distancia navegada.
Pero este método no era del todo fiable ya que entraban alguna que otra variable en juego, como las corrientes marinas y los propios vientos que arrastraban al semi-flotante a su antojo. Por ello, la distancia que se calculaba era una **“distancia estimada”**. Este

problema se acrecentaba tal como la travesía se alargaba en el tiempo *(La suma de muchos pequeños errores llevan a un gran error).*

Los portugueses y la costa de África, el arte de "Engolfarse y La Volta":
Los marinos portugueses exploraron las costas del continente africano y tardaron un siglo en alcanzar el cabo de Buena Esperanza (Bartolomé Díaz en 1488). En 1495 Vasco de Gama encontró el camino a las Indias Orientales utilizando la técnica de la navegación costera y circunvalando África.

El viaje de ida a las Indias Orientales era facilitado por los vientos y corrientes marinas, que eran favorables, y se hacia por "cabotaje". Pero, esos mismos vientos y corrientes eran un "engorro" en el viaje de regreso, y la nave no podía navegar cerca de la costa.

Para volver a casa, los navíos debían adentrarse, o "engolfarse", en el Atlántico a la altura del Golfo de Guinea, para de esta forma encontrar los vientos favorables, pero **perdiendo de vista la costa** durante mucho tiempo. A este viaje se le denominó **"La Volta",** en la cual se utilizaba la brújula para navegar de Sur a Norte. En algún momento, sobre el horizonte norte aparecía **"la estrella Polar", y e**l piloto dirigía la proa de la nao hacia el astro, del cual vigilaba su **altura respecto del horizonte** (o separación angular entre la línea del horizonte y la estrella).



¿Qué importancia tiene vigilar la altura de la Polar?
Todos sabemos que esta estrella indica el Norte, debido a que el eje de rotación de nuestro planeta "apunta" a un lugar próximo a ese astro. Por ello, esta estrella "parece" estar quieta y todas las demás girar entorno de ella, siendo una buena referencia en un cielo que cambia tan como avanza la noche debido a la rotación terrestre. La "altura" de la Polar coincide con la **latitud** del lugar desde la cual se observa (La latitud de un lugar es la separación angular de un punto en la corteza terrestre respecto del ecuador, siendo el valor de 0º en éste y de +/- 90º en los polos, norte y sur, respectivamente). Cuando la estrella se encontraba a la latitud de Lisboa el piloto giraba hacia el Este y navegaba en

“paralelo” a la estrella, ya que alcanzaría, en algunas jornadas, la costa de Portugal, estimando la distancia recorrida como en el “arte” anterior, y sufriendo sus mismos problemas de imprecisión. Surge un nuevo “arte de navegar” el de **altura-distancia**.

Navegar en paralelo a la estrella supone navegar, sólo, por un de terminado **paralelo**, siendo éste el círculo paralelo al ecuador que reúne a todos los lugares con la misma **latitud**.

Esta vigilancia de altura se hacia con un instrumento sencillo, **“El cuadrante”.** El cual consta de un cuarto de círculo (de ahí su nombre) y una plomada. En un cuadrante normal tenemos la división en grados desde 0º, representando al **horizonte**, hasta 90º en **El cenit** (o punto sobre nuestra cabeza). Pero el cuadrante de nuestro piloto (finales del XIV) no tiene esta división, sólo se observa una marca a la que debe llegar el hilo de la plomada, en ese momento: ¡Hacia el Este!

También se determinaba la latitud de un punto **“pesando el Sol”** al medio-día, cuando es mayor su “altura” en el cielo. Para ello se utilizaba el **“astrolabio marino”** y unas tablas que aportaban la **“Declinación del Sol”**, confeccionadas naturalmente por los astrónomos.

Estos métodos de navegación precisan tener conocimientos en astronomía, encontrar la Polar y determinar su altura, “pesar el Sol”… estamos en los albores de la navegación astronómica.

“Entre cielo y mar solo las estrellas están.” *Martín Cortés*

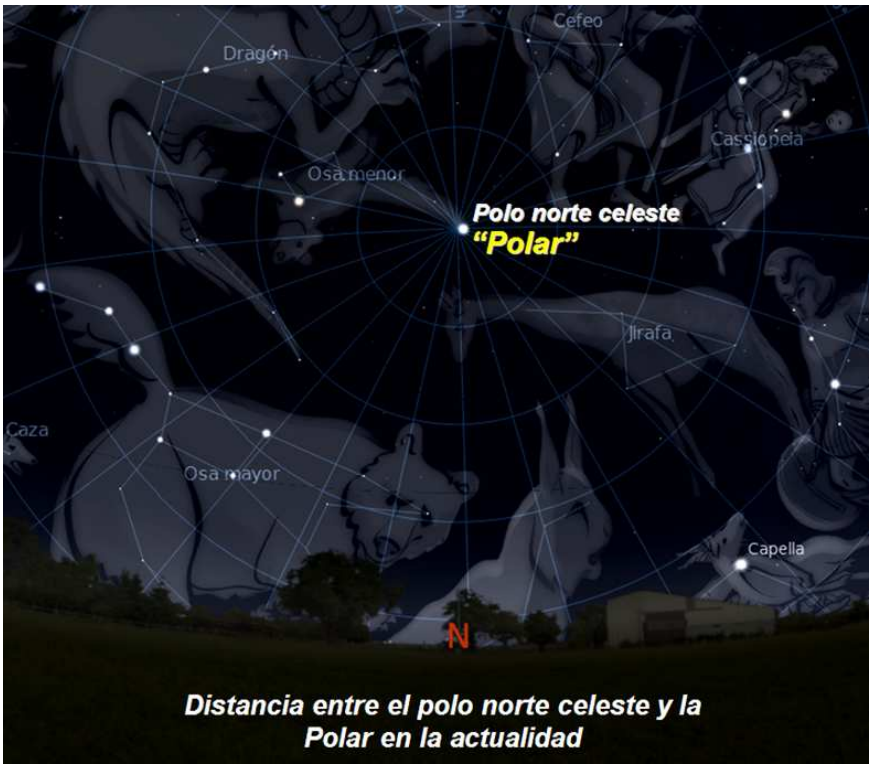
ASTROLABIO

Seguimos hablando del de Bujaraloz.

Matín Cortés sabía que el polo geográfico, el referido al eje de rotación, no coincide con el magnético, indicado por la aguja náutica (**declinación o desviación magnética)**. Ahora, además, sabemos que la declinación magnética es diferente en cada lugar de la superficie terrestre y cambia con el tiempo. Por lo que podemos deducir que navegar con la sola indicación de la aguja náutica acarreaba errores.

Distancia entre el polo norte celeste y la Polar en año 1500.

Pero aún había otro concepto del cual se percató el monegrino, el polo norte geográfico (el importante) no coincide con la posición de la estrella Polar. La Polar, al estar desplazada del polo geográfico, se podía situar a la derecha o a la izquierda del mismo y su altura no variaba, pero si se tomaba su altura cuando se encontraba debajo o encima del polo, el error era considerable. En esta época la desviación de la Polar respecto del polo celeste norte, era de unos 3.5º de desviación, y un grado supone 110 kilómetros de distancia en la superficie terrestre, es decir ¡Otro factor a tener en cuenta! *(Ver diapositivas inferiores donde se aprecia como, desde el siglo XVI, el polo celeste norte "se ha acercado" a la estrella Polar*)



Distancia entre el polo norte celeste y la Polar en la actualidad

Gracias al trabajo de Cortés se desarrolló, lo que conocía como **"El Regimento del Norte y de la Cruz del Sur".** Ambos eran métodos sencillos para que los pilotos determinasen en que lugar estaban los polos geográficos, y de esta forma tener en cuenta la posición de la Polar al medir su altura. Así mismo, se confeccionaron tablas con las declinaciones magnéticas de distintos lugares, al menos, para poder hacer correcciones cuando se navegaba con "aguja náutica".

"El problema de las cartas náuticas"
Una carta náutica es un mapa geográfico y como tal tiene la misión de reproducir fidedignamente la superficie de la Tierra, pero dando una facilidad de manejo, como ser plegable, poder usar reglas y compases sobre ella misma…es decir, en papel plano.

La realidad es tridimensional, la Tierra tiene volumen, es una esfera, pero las cartas o los mapas, son representaciones en dos dimensiones, y esto hay que tenerlo en cuenta y en tiempos de Cortés no se hacía.

Martín Cortes en su tratado ya se quejaba de que las cartas al no ser "Globosas", inducían a grandes errores en la determinación de rumbos y distancias, más cuanto más nos separamos del ecuador.

Esta queja llevó años después a la invención de la proyección "Mercator" (Gerardus Mercator 1569) y a la confección de mapas y cartas con su base, la cual utilizamos, entre otras, actualmente.

Cortés muestra la aplicación de la astronomía para la determinación exacta de la **"latitud"** de un lugar… Pero para posicionarse en la superficie de este planeta se necesita otra coordenada más: **La longitud**. Para resolver el problema de la **"longitud"** tendremos que irnos hasta bien avanzado el siglo XVIII, y este nuevo reto supuso una gran aventura de la astronomía, las matemáticas, el arte de medir en tiempo, la necesidad y la curiosidad humana.

Mª Paz y Ángel ***Astronomía Grañén***
www.astronomia-granen.es