



Biblioteca Universitaria

La consulta de este documento, que se lleva a cabo mediante claves de identificación y responsabilidad personal, es posible exclusivamente para fines de estudio personal o investigación. No se autoriza a reproducir su texto más que en forma de breves citas entrecomilladas, indicando el nombre del autor y la fuente. Por tanto, no se permite descargar, copiar, transformar ni grabar su contenido.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.

**DEPARTAMENTO: CIENCIAS Y TECNICAS DE LA NAVEGACION Y DE
LA CONSTRUCCION NAVAL.**

**PROYECTO FIN DE CARRERA DE LA SECCION DE
NAUTICA.**

**ESTUDIO HISTORICO-CIENTIFICO DE LA
CARTOGRAFIA NAUTICA HASTA EL
SIGLO XVII, CON ESPECIAL INCIDENCIA
EN EL ARTE DE MAREAR.**

DIRECTOR: PROF.DR.FRANCISCO G. BERLANGA.

LICENCIANDO: ERNESTO MADARIAGA DOMINGUEZ.

SANTANDER, MAYO DE 1992.

ISBN13: 978-84-694-7475-4.
Nº REGISTRO: 11/87505.
Copyright © 2011.

FE DE ERRATAS.

- En el Índice, lin.12 dice: *Osorio* debe decir: *Orosio*.
- En el Índice, lin.4 dice: *EDADMEDIA*, debe decir: *EDAD MEDIA*.
- En el Índice, lin.3 dice: *ESFERAARMILLAR*, debe decir: *ESFERA ARMILLAR*.
- Pág.2, lin.11 dice: *Univerddidad*, debe decir: *Universidad*.
- Pág.2, lin.12 dice: *Tavuenca*, debe decir: *Tabuenca*.
- Pág.3, lin.1 dice: *Tenreiro*, debe decir: *Tenreiro*.
- Pág.8, lin.3 dice: *elentos*, debe decir: *elementos*.
- Pág.8, lin.18 dice: *congeturarse*, debe decir: *conjeturarse*.
- Pág.8, lin.19 dice: *contemporáneos*, debe decir: *contemporáneos*.
- Pág.20, lin.10 dice: *origuinó*, debe decir: *originó*.
- Pág.24, lin.9 dice: *India*, debe decir: *India*.
- Pág.27, lin.5 dice: *llendo*, debe decir: *siendo*.
- Pág.33, lin.18 dice: *rlas*, debe decir: *las*.
- Pág.34, lin.9 dice: *OSORIO*, debe decir: *OROSIO*.
- Pág.34, lin.14 dice: *Osorio*, debe decir: *Orosio*.
- Pág.35, lin.11 dice: *Osorio*, debe decir: *Orosio*.
- Pág.49, lin.8 dice: *Floreca*, debe decir: *Florenca*.
- Pág.49, lin.10 dice: *san*, debe decir: *San*.
- Pág.162, lin.3 y 6, dice: *San Isidoro de Liebana*, debe decir: *San Isidoro de Sevilla*.
- Pág.174, lin.6 dice: *jafuda*, debe decir: *Jafuda*.
- Pág.236, lin.12 y 15, dice: *San Isidoro de Liebana*, debe decir: *San Isidoro de Sevilla*.

INDICE DE MATERIAS.

- DIRECCION DEL PROYECTO.....	1.
- AGRADECIMIENTOS.....	2.
- CAPITULO I: EL COMIENZO DE LA CARTOGRAFIA.....	4.
1.1. INTRODUCCION.....	5.
1.2. ORIGEN DE LA CARTOGRAFIA.....	8.
1.3. LA CARTOGRAFIA GRIEGA.....	12.
1.4. LA CARTOGRAFIA ROMANA.....	17.
- CAPITULO II: LA CARTOGRAFIA ESPAÑOLA EN LA EDAD MEDIA.....	26.
2.1. LA CARTOGRAFIA EN LA ANTIGUEDAD.....	27.
2.2. LOS MAPAS DE PAULO OSORIO Y DE SAN ISIDORO DE SEVILLA.....	34.

2.3. LOS MAPAS ESPAÑOLES DE SAN BEATO DE
LIEBANA.....52.

2.4. LA CARTOGRAFIA EN EUROPA DURANTE LA
EDAD MEDIA.....52.

- CAPITULO III: IMPORTANCIA DE LA CARTOGRAFIA ARABE Y
SUS ADELANTOS EN ASTRONOMIA.....62.

3.1. LA ASTRONOMIA ARABE EN ORIENTE.....63.

3.2. LA ASTRONOMIA EN EL AL-ANDALUS.....72.

3.3. GENERALIDADES "INSTRUMENTOS
ASTRONOMICOS.....92.

3.4. INSTRUMENTOS DE OBSERVACION.....94.

3.4.1. GENERALIDADES.....94.

3.4.2. GNOMON.....97.

3.4.3. ARMILLAS O ANILLOS.....98.

3.4.4. CUADRANTE MURAL.....100.

3.4.5. TRINQUETUM U ORGANO
PARALACTICO.....101.

3.4.6. GRANDES INSTALACIONES DE OBRA
PARA LA OBSERVACION.....102.

3.4.7. CUADRANTES MURALES.....106.

3.5. ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE OBSERVACION Y LOS COMPUTADORES ANALOGICOS: "LA ESFERAARMILLAR".....	109.
3.6. COMPUTADORES ANALOGICOS.....	115.
3.6.1. EL TORQUETRUM.....	115.
3.6.2. EL GLOBO CELESTE Y EL ASTROLABIO ESFERICO.....	116.
3.6.3. EL ASTROLABIO LLANO.....	119.
3.6.4. LA AZAFEA.....	125.
3.6.5. LOS CUADRANTES.....	129.
3.6.6. ECUATORIO.....	130.
- CAPITULO IV: NACIMIENTO DE LAS CARTAS DE MAREAR.....	134.
- CAPITULO V: ALGUNAS CARTAS DE MAREAR EN LA EDAD MEDIA.....	149.
- CAPITULO VI: LA EVOLUCION DE LA ESCUELA DE CARTOGRAFIA NAUTICA MALLORQUINA.....	160.
- CAPITULO VII: LOS PRIMEROS TRATADOS SOBRE NAUTICA.....	180.

- CAPITULO VIII: CARTAS DE MAREAR MANUSCRITAS POR PILOTOS ESPAÑOLES Y SU LOCALIZACION EN ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS.....	199.
- CAPITULO IX: CARTAS DE MAREAR MANUSCRITAS POR PILOTOS ESPAÑOLES QUE HAN IDO A PARAR A BIBLIOTECAS EXTRANJERAS.....	210.
- CAPITULO X: CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	222.
- CAPITULO XI: APENDICE DOCUMENTAL.....	242.
- CAPITULO XII: FUENTES CONSULTADAS Y BIBLIOGRAFIA UTILIZADA.....	243.

Este trabajo ha sido dirigido y supervisado en su total realización por el Doctor de la Marina Civil Francisco García Berlanga, Profesor Titular de Universidad, perteneciente al Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y de la Construcción Naval, de la Universidad de Cantabria.

AGRADECIMIENTO.

Al Dr. D. Francisco García Berlanga. Profesor Titular de Universidad.

Al Ilmo. Dr. D. Emilio Eguia Lopez. Director de la Escuela Superior de la Marina Civil de Santander.

Al Dr. D. Angel Madariaga de la Campa. Profesor Titular de Universidad.

Al Dr. D. Carlos Angel Perez Labajos. Profesor Titular de Universidad.

A Doña. Beatriz Blanco Rojo. Profesora Adjunta del Departamento de Economía. Universidad de Cantabria.

Al Dr. Pedro Tavuenca Perchín. Profesor Titular de Universidad.

A D. Tomás Martín. Catedrático de E.O.N.

A D. José María Herrera Muro. Catedrático de E.O.N.

A D. Juan Tenreiro García. Profesor de
Meterología de la Escuela Superior de la Marina Civil de
Santander.

A D. Francisco Javier Velasco. Catedrático
E.O.N.

A D. Angel Rivero Avaigar. Piloto de la Marina
Mercante Española.

CAPITULO I

EL COMIENZO DE LA

CARTOGRAFIA

I.I.:INTRODUCCION.

Dos destacados historiadores británicos de la ciencia y de la técnica de Occidente y de Oriente, **John D. Bernal** y **Joseph Needham**, coinciden en afirmar que la historia de la ciencia fue durante siglos, por un lado, la de una técnica ordenada y, por otro, la de una mitología racionalizada.

En la vieja sociedad de astrólogos y de alquimistas, las ciencias y las técnicas estuvieron desde el principio incorporadas a la tradición y al mito y vinculadas al **Poder**.

El **Saber** del sacerdote y el secreto del artesano se fundían dentro de un edificio social en el que el **Saber** iba estrechamente relacionado con el **Poder**. Sólo en los últimos siglos la ciencia logró establecerse como una práctica profesional relativamente autónoma, con su educación específica, su literatura y sus asociaciones. En las últimas décadas, sin embargo, hemos asistido a una especie de retorno a esa vieja sociedad en la que el **Saber** y el **Poder** iban estrechamente unidos. La ciencia y la técnica han ido penetrando en todas las manifestaciones del pensamiento y de la actividad práctica. Los **Poderes** públicos han asumido su desarrollo y aplicaciones, y los **Poderes** científico y técnico

han ido perdiendo esa relativa autonomía de la que disfrutaban para convertirse en elementos generadores de **Saber**, asociados y al servicio del **Poder**.

La conciencia de esta situación por parte del científico y el técnico generó desde hace décadas una reflexión sobre su responsabilidad política y social que se tradujo muchas veces en una actitud política muy limitada, sin embargo, por unos condicionamientos cada vez mayores y atezadores.

Sirvan estas elementales reflexiones de preámbulo a la descripción y valoración de una experiencia histórica poco conocida y que creemos bastante sintomática porque sitúa a un "**Marino Civil**", entre las dos últimas épocas históricas de la ciencia y de la técnica a las que nos hemos referido. Consideraremos aquí algunos aspectos que han envuelto la **cartografía náutica** desde tiempos muy antiguos dando una especial incidencia en el Arte de Marear.

Según las definiciones más afines a lo que es la cartografía¹, todas ellas se confirman en que la materialización de esta es un mapa², y a este elemento lo definen como una representación geométrica plana,

¹ Esta es la definición más exacta que he encontrado que define a la cartografía. Está dada por el Profesor de la Universidad de París VII, Fernand Joly.

² Definido este como la representación gráfica reducida, aproximada y simbólica de la Tierra o de una parte de ella.

simplificada y convencional, de toda o de una parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud proporcionada, a la que se denomina escala. La carta náutica es un mapa geográfico especial, es decir, según una antigua clasificación, se define como aquel en que se delinear las costas marítimas con pocas indicaciones de los países que se encuentran en el interior, como es natural ha de poder servir eficazmente al navegante. Así pues, **la cartografía náutica**³, puede definirse como un sector especializado de la cartografía que, representando los canones generales de la representación de la superficie terrestre sobre un plano, elige para esta representación la que sea más idónea para el navegante, simplificando el relieve topográfico según las exigencias de aquél, y la completa, para la representación del mar, con los datos hidrográficos fundamentales para la seguridad del mismo.

La representación gráfica de la superficie terrestre ha preocupado al hombre desde la antigüedad, si bien la escasez de conocimientos geográficos, la limitación de nociones matemáticas y geométricas, y la carencia o la imperfección de los instrumentos de medida hacían extremadamente difícil los intentos de búsqueda y progreso técnico para plasmar geoméricamente sobre un soporte (piel, madera, papiro, o pergamino) los elementos reales del terreno con las proporciones angulares y de distancia existentes

³ Definición adoptada por Sergio Aguirre Mac-Kay, Francisco Alejandro Vargas, Antonio de Aysa Rodríguez, Carlos Bas Peired, Laureano Carbonell Relat, Enrique Cárdenas de la Peña, Gerardo Conesa Prieto, Martín Nadal Puigdefábregas, Manuel Ramírez Gabarrús, y Alvaro Rocha Borrero, en su obra titulada "El Mar", tomo tercero, página 249.

entre ellos. Al principio, los elementos que formaban el terreno fueron representados tan solo por la morfología de sus contornos haciéndose esta en perspectiva, y es evidente que lo inmediato del alzado resultase más fácil y manejable para el navegante que para un observador que se encontrase en tierra firme, con lo cual se favoreció antes la cartografía náutica que la idea que se tiene por cartografía en general. Las motivaciones sucesivas a que han obedecido los cartógrafos ha sido lo que ha formado la historia de la cartografía abarcando múltiples facetas que hoy en día nos ofrece.

I.2.: ORIGENES DE LA CARTOGRAFIA.

En todos los tiempos, los hombres han querido conservar memoria de los lugares y direcciones necesarios de las zonas donde desarrollaban sus actividades.

Los primeros documentos cartográficos han desaparecido quizá para siempre. De unos, solo quedan noticias consignadas por sus autores o por escritores contemporáneos. De otros, solo puede conjeturarse pero no afirmar la existencia. Aún hoy en día, los pueblos menos evolucionados saben trazar sobre la arena, placas de arcilla, pedazos de tela, o de madera, itinerarios provistos de la descripción de pasos o de obstáculos, útiles u hostiles a sus desplazamientos. A la vez que por sus nomenclaturas conocidas

por textos mesopotámicos o bíblicos, acompañadas de indicaciones vagas y a veces legendarias, se sabe que los asirios y los egipcios disponían de tablillas grabadas, de barro cocido o de metal, y de croquis sobre papiro que representaban contornos de terreno o itinerarios.

Es seguro que los fenicios tenían cartas náuticas, mantenidas más o menos en secreto, y que las operaciones catastrales y de regadío egipcias dieron lugar a importantes trabajos de agrimensura.

Pero realmente fueron los sabios griegos quienes establecieron los primeros elementos de la geografía matemática y de la cartografía. Desembarazando la descripción de la tierra de la mayor parte de las fábulas, religiosas o míticas, que la desfiguraban. Su geografía, apoyada en bases astronómicas y matemáticas cada vez más seguras, tuvo en cuenta las observaciones concretas aportadas por todos los viajeros, marítimos o terrestres: navegantes, exploradores, comerciantes y militares.

Naturalmente, estos pueblos marinos, viajeros infatigables de todo el Mediterráneo, conocían mejor las costas y las islas que las tierras del interior. Llevando sus capitanes libros de a bordo, a veces con mapas, que debían permitirles encontrar su ruta, pero que a menudo estaban más

o menos novelados⁴, para engañar a sus competidores.

Los textos nos han transmitido algunas de estas guías o periplos.

Homero⁵, en el siglo IX antes de nuestra Era, pudo inspirarse en ellos para escribir *La Odisea*⁶. Del mismo modo, el poema de los **Argonautas de Apolonio de Rodas**⁷, nos cuenta que los egipcios tenían, desde remotos tiempos, tablas grabadas⁸ donde estaban señalados, para el uso de los viajeros, los caminos de la tierra con los límites de los continentes y de los mares. En el comentario del "**Poema del Universo**" de **Dionisio Periegeta**⁹, **Eustacio** nos refiere que **Sesostris** dió a los egipcios tablas donde estaban representados sus viajes¹⁰, y hoy son conocidas las inscripciones geográficas encontradas en las ruinas de Thebas por **Mr.**

4 Narración en prosa, de forma muy variada, basada en las vicisitudes de un personaje o de un grupo de personajes, sobre un fondo o ambiente contemporáneo, histórico o fantástico. Alcanzó su mayor desarrollo en la Edad Media, como narración popular en lengua romance de leyendasheroicas y aventuras amorosas.

5 Poeta griego que pudo vivir entre los siglos X y IX a J.C. Se le atribuyen la *Iliada*, y la *Odisea*, cuanto a este personaje se refiere es incierto. La leyenda le representa como a un cantor (rapsoda) ciego y mendigo que iba errando de ciudad en ciudad. Siete ciudades se disputan el honor de haber sido su cuna: Chío, Atenas, Argos, Salamida, Rodas, y Colofón. Por esta inseguridad surgió la cuestión homérica. Ya en la época alejandrina se formuló la tesis de que la *Iliada*, y la *Odisea* eran obras de otros poetas distintos. En la época moderna G. B. Vico y F. A. Wolf sostuvieron que Homero no existió nunca y que los dos poemas no son obra de un mismo autor, sino que resultan de la fusión de varios cantos de distintos rapsodas.

6 Famoso poema atribuido a Homero que relata el feliz regreso de Ulises a Itaca, después de finalizar la guerra de Troya. El contenido de esta obra es demasiado conocido para ser resumido aquí siquiera sea brevemente. Los acontecimientos que relata el poema debieron desarrollarse a principios del siglo XII a J.C., para ser después transmitidos oralmente hasta la edad homérica, fijada aproximadamente entre el año 1000 y el 600 a J.C.

7 Poeta épico alejandrino, que compuso *Los Argonautas*, poema de cuatro libros, que trata de una expedición y el amor sentido por Medea por parte de Jasón.

8 Apolonio. *Argonáutica*, libro IV, verso 272 y siguientes.

9 Geógrafo y poeta griego del siglo II, nació en la ciudad de Alejandría de Egipto.

10 También los egipcios tenían mapas catastrales donde se encontraban dibujados los límites de las doce tribus. Josué, libro XVII.

Auguste Mariette¹¹, remontando su antigüedad a XVII siglos antes de Jesucristo.

Estos mapas o estas inscripciones geográficas, en nada se parecen a nuestros mapas actuales, puesto que en ellos solo hay figuras etnográficas, tipos de hombres y de seres colocados en el orden de su posición geográfica y acompañados de leyendas indicadoras de los pueblos, siguiendo un procedimiento análogo al empleado después por los romanos y posteriormente en la **Edad Media**, según hemos de ver.

En el siglo VII antes de Jesucristo, el faraón **Necao**¹² envió a los fenicios a una expedición que dió la vuelta a Africa.

En el siglo VI antes de Jesucristo, el periplo llamado "**de Escylax**" describe con precisión las costas del **Mediterráneo** y del Ponto Euxino. El periplo de **Piteas de Massalia**¹³, en busca de estaño y ambar, informa sobre las costas de las islas Británicas y del mar del Norte,

¹¹ Egiptólogo francés nacido en 1821 y fallecido en 1881, cuyo principal descubrimiento histórico fue el templo de la Esfinge en Menfis.

¹² Faraón de Egipto desde el año 609 al 595 a de J.C., el cual conquistó Siria, la cual tuvo que ceder, tras ser derrotado en la localidad de Karkemish, a Nabuconodosor de Babilonia.

¹³ Navegante y geógrafo griego nacido en la colonia focense de Massalia (actual Marsella) hacia el año 300 antes de Jesucristo. Reconoció y descubrió las costas del Oeste y Norte de la Península Ibérica, Bretaña, Cornualles. Circunnavegó Inglaterra por el Este, llegando hasta Tule (Islandia o Feroe) y de nuevo en el Canal de la Mancha, arribó al Báltico, llegando a alcanzar posiblemente la desembocadura del Tanais (Vístula). Sus dotes de observación científica se ponen de manifiesto con el cálculo de la relación existente entre las longitudes del nomon o estilo de un reloj de Sol y la sombra que se proyecta de este, la cual aumentaba a medida que su viaje progresaba hacia el Norte. Este relato fue utilizado por el propio Piteas y sus sucesores para establecer la latitud. Al parecer también fue el primero en observar la relación periódica existente de las mareas y el paso de la Luna por el meridiano.

y menciona la lejana Tule¹⁴. Pero el cartaginés Hannón¹⁵, en el siglo V antes de Jesucristo, embrolla un tanto la ruta hacia el oro del Sudán. En tierra, la más preciada documentación procede de viajeros como Herodoto¹⁵ y de expediciones militares, como la de Alejandro.

I.3.: LA CARTOGRAFIA GRIEGA.

Los filósofos o matemáticos, trabajando sobre estos datos históricos narrados, emprendieron una profunda reflexión sobre el mundo, que dió lugar a múltiples tratados. Entre los siglos VII y VI antes de Jesucristo, Tales de Mileto¹⁶ habló ya de la esfericidad de la tierra. Sin embargo, aún persistió durante mucho tiempo la idea de una tierra plana, en forma de disco, rodeada por el "río" Océano. Fue necesaria toda la autoridad de Sócrates¹⁷, en el siglo

¹⁴ Tule o Thule, nombre dado por los antiguos a una tierra misteriosa del extremo más septentrional de Europa, identificada primeramente como una de las islas Shetland, posteriormente como Islandia, y luego como el Norte de Noruega. Las últimas teorías, se inclinan por que esta localidad hace referencia a Islandia o a Feroe.

¹⁵ Navegante cartaginés, el cual vivió en el siglo V a J.C. Exploró las costas occidentales de Africa llegando hasta el Golfo de Ginea. Dejó una relación de sus viajes la cual ha podido llegar hasta nosotros a través de la versión griega.

¹⁵ Historiador griego (484-425), nacido en Halicarnaso. escribió la historia de las guerras médicas hasta el año 478, elogiando el heroísmo ateniense. Su obra dividida por los alejandrinos en nueve libros y dedicados cada uno de ellos a una Musa, es a pesar de los elementos legendarios que contiene, una preciosa fuente histórica.

¹⁶ Filósofo, matemático, astrónomo, físico y político griego nacido en Mileto (624?-546 a J.C.). Se alzó como el primer representante de la escuela jónica, la más antigua escuela filosófica griega. Superando las concepciones cosmológicas míticas, puso como principio de todas las cosas a un elemento físico, el agua.

¹⁷ Filósofo ateniense (469-399 a de J.C.), no dejó escrito alguno, pero a pesar de ello, ejerció una influencia decisiva en el desarrollo de la filosofía griega. Por medio de la enseñanza oral, a través de la conversación y el diálogo, conseguía arrastrar al interlocutor a buscar por sí mismo la verdad (mayéutica). Desinteresándose de las investigaciones científicas de los filósofos precedentes, se dedicó a los problemas morales, no para definir a la virtud, sino para suscitar la exigencia de un despertar de la conciencia moral, que es continua investigación y examen de sí mismo (conócete a ti mismo fue su lema).

V a J.C., de **Platón**¹⁸, y sobre todo, de **Aristóteles**¹⁹ en el IV a de J.C., para que se admitiese que la tierra es una esfera, considerada por otra parte inmóvil en el centro del universo.

A partir de entonces, se intentó determinar sus dimensiones. En el siglo III a de J.C., **Erastótenes**²⁰ ver **ilustración 1**, bibliotecario de Alejandría, dió la primera medida científica de la circunferencia terrestre. La compensación de sus errores le condujo a lograr una precisión sorprendente; 250.000 estadios²¹, es decir 39.500 kilómetros, para un valor real de 40.000. Desgraciadamente sus sucesores especialmente **Posidonio de Rodas**²², redujeron esta dimensión a 28.400 kilómetros al hacer sus cálculos, lo que más tarde originaría curiosas consecuencias.

Paralelamente, se intentaron transcribir sobre mapas los datos recogidos por los viajeros. Se trataba

¹⁸ Filósofo ateniense (427-347 a de J.C.), discípulo de Cratilo, y más tarde de Sócrates. Estableció un claro dualismo entre el mundo de las ideas (que son las esencias eternas e inmutables de las cosas, los conceptos universales, que tienen existencia real, objetiva, puramente inteligible), jerárquicamente dependientes de la idea suprema del Bien, y el mundo sensible de los fenómenos.

¹⁹ Filósofo griego (384-322 a de J.C.), nacido en Estagira. Discípulo y émulo de Platón y maestro de Alejandro Magno. Fundó en Atenas la escuela llamada peripatética. En contra de la doctrina platónica de las ideas trascendentes, afirma la immanencia de las formas ideales en la materia sensible. Dió el primer sistema completo de lógica y una síntesis orgánica de toda la ciencia de su tiempo.

²⁰ Del 275 al 194 a.J.C.

²¹ El Estadio, es una antigua medida de longitud, empleada en la antigüedad con los siguientes valores: Estadios de Grecia:
Estadio común: 185,119 metros.
Estadio grande: 222,338 metros.
Estadio macedónico: 210,140 metros.
Estadio náutico: 166,679 metros.

²² Filósofo griego estoico y hombre de ciencia. Nació en Apamea (Siria) hacia el año 135 a J.C. y muerto a la edad de 84 años hacia el año 50 a J.C. Después de haber sido alumno de Panecio en Atenas, abrió su propia escuela en Rodas, donde contó entre sus alumnos a Cicerón y Pompeyo. Viajó por todo el Mar Mediterráneo, impulsado por su gran pasión a la geografía y a la etnografía, y permaneció algún tiempo en la ciudad de Cádiz. Como científico se interesó por todas las ramas del saber, divulgando los conocimientos de las más dispares materias, escribiendo tratados de matemáticas y astronomía, geografía, etc.

sobre todo de localizaciones obtenidas por orientaciones y distancias estimadas. Más raramente, de posiciones calculadas astronómicamente. En los tiempos de **Homero** y **Hesiodo**, se representaba el mundo como parte de una esfera (y no como un círculo), según se ha venido dibujando) que se apoyaba en el cielo por medio de **Atlas** ver **ilustración 2**, y cuyo borde superior rodeaba el **Océano**, dejando espacio en la parte interior para el **Tartaro**, la región de la oscuridad, del fuego y de las tinieblas según las opiniones más autorizadas. **Thales de Mileto**, a quién los eclipses habían revelado la esfericidad de la tierra llegó a representarla en un gran globo de diez pies de diámetro, modificando seguramente las creencias de sus contemporáneos.

Quizá entonces cambió radicalmente la disposición de los elementos dibujando la parte habitada en el Hemisferio Superior, situando el **Océano** en todo el resto de la superficie, estos es, en el Hemisferio inferior y en parte de aquél. Así mismo, suponiendo el **Tartaro** en el interior del globo, en donde hoy los geólogos colocan el núcleo central incandescente, coincidencia notable y curiosa en la que revive lo esencial de las creencias antiguas.

Pasando por alto el examen del mapa de **Eratostenes**²³ de figura rectangular (representado en la **ilustración 1 del Apéndice Documental**), dividido por siete

²³ Vivió en el siglo V a de J.C.. Era uno de los llamados treinta tiranos, Lisias le acusó de la muerte de su hermano Polemarco en el transcurso de un discurso que este dió.

paralelos y quince meridianos, las cartas de **Dicearco**²⁴ y los trabajos de **Artemidoro**, **Scymno de Quios**, **Scylas**, **Dionisio de Bizancio**, **Arriano**, **Agatarcides**, **Agatemero**, **Dionisio Periegeta** y **Marciano de Heraclea**, a los cuales se sospecha que acompañaban mapas, diremos que los mapas griegos estaban pintados sobre tablas o grabados en bronce. Algunos de ellos se expusieron el pórtico de Atenas donde eran considerados como objetos preciosos y de gran valor según refieren **Diógenes Laertio**²⁵, **Herodoto**²⁶, **Plutarco**²⁷, **Pausania**²⁸ y **Estrabón**²⁹, sin que pueda, sin embargo, juzgarse de su forma y condiciones: **Vivien de Saint-Martin**, ha publicado el mapa mundi de **Herodoto**, y algunos otros escritores intentaron reproducir aquellos primitivos documentos. Ya hemos dicho el valor que estos trabajos, hechos en tiempos modernos, pueden tener, y podremos añadir, en corroboración de la opinión que sustentamos, lo ocurrido con los mapas de **Ptolomeo**.

En el siglo VI a de J.C. **Anaximandro**³⁰ y

²⁴ Vivió en el siglo IV antes de Cristo, y nació en Mesina. Fue un famoso científico y filósofo peripatético griego y también fue el primero en darle a la geografía un aspecto de verdadera ciencia. En su obra *Vida de Grecia*, trazó una historia de esta civilización.

²⁵ Este escritor dice que Teofrasto hizo en su testamento un legado especial con sus mapas.

²⁶ Libro V, Capítulo XLII, consigna que **Aristágoras** llevó a Esparta un mapa de bronce.

²⁷ Nació en el año 46 en Queronea y murió en el año 120 después de Jesucristo. Fue un gran polígrafo griego de familia noble. Ocupó grandes cargos y recibió honores en Roma. Su obra más notable es "*Las vidas paralelas*" y que constan de 46 biografías de personajes griegos y romanos de interés psicológico y moral. También dejó obras menores sobre diversos temas.

²⁸ Vivió en el siglo II. Fue un gran escritor griego autor de *Periégesis de Grecia*, obra que abunda en noticias arqueológicas, históricas y geográficas.

²⁹ Nació en el año 63 antes de Jesucristo en Amasia del Ponto y murió en el 19 después de Jesucristo. Fue un historiador y geógrafo griego. Viajó mucho y vivió largo tiempo en Roma. Compuso una *Geografía* en 17 libros, muy valiosa para el conocimiento del mundo antiguo.

³⁰ Vivió entre el 610 y 546 antes de Jesucristo. Filósofo y hombre de ciencia griego natural de Mileto. Está considerado como el segundo de la escuela jónica. Introdujo en los fenómenos naturales el concepto de ley. Puso el infinito como el principio de las cosas.

Hecateo³¹, de la escuela de Mileto, idearon situar estos lugares conocidos en un rectángulo cuyos lados, divididos en estadios, constituían un sistema de coordenadas.

En el siglo IV, **Dicearco**³² construyó un mapa referido a dos ejes, uno de los cuales, el "**diafragma**", se extendía de Oeste a Este por las **Columnas de Hércules y Rodas**³³. **Erastótenes** perfeccionó el sistema, añadiendo a los dos ejes de **Dicearco** varios meridianos y paralelos, formando así una malla rectangular que pasaba por los enclaves conocidos. Los lugares se situaban entonces por referencia a estos ejes, según su distancia o la latitud que ocupasen.

Pero fue **Hiparco de Nicea**³⁴, astrónomo de la **escuela de Rodas**, quien verdaderamente ideó las primeras proyecciones, que permitían pasar de la superficie curva de la tierra, a la plana que constituye el mapa.

Primeramente, propuso dividir la circunferencia (línea del horizonte visual) en 360°, y recubrir después el Globo con una red de meridianos y paralelos equidistantes. Su primera proyección consistió en desarrollar

³¹ Vivó entre los siglos VI y V antes de Jesucristo. Logógrafo griego fundador de los estudios históricos. Es el autor de las Genealogías y de la Descripción de la tierra.

³² Vivió entre el año 347 y 285 a de J.C.

³³ Aproximadamente ocupando 36° de latitud Norte.

³⁴ Astrónomo griego, que vivió entre los años 190 a 125 a.J.C., y nació en Bitinia. Calculó la extensión del año solar en 365 días y 6 horas, y se le considera el inventor del astrolabio.

en su verdadera magnitud el paralelo medio (grado 36), trazando una perpendicular sobre cada grado de longitud, dividiendo cada una de estas perpendiculares en grados de latitud. De esta manera obtuvo una malla rectangular, en la que los paralelos eran demasiado largos en las latitudes altas, y demasiado cortos en las latitudes bajas. Esta proyección, llamada "*Carta Plana Paralelográmica*", es la antecesora lejana de la *Proyección de Mercator*. También ideó otro sistema de proyección, en el que los meridianos eran rectas concurrentes cortando a paralelos rectilíneos de longitud decreciente según su latitud, de la misma manera también propuso para los mapas celestes, las proyecciones hoy en día llamadas "*Ortográfica*" y "*Estereográfica*". Hacia la misma época, al afirmarse la preponderancia romana, iba a dar un nuevo giro a la cartografía.

I.4.: LA CARTOGRAFIA ROMANA.

Los romanos, cuya actividad era más terrestre que marítima, se interesaron por la representación de los caminos y de los parajes terrestres, antes que por la de las costas.

Su cartografía, esencialmente utilitaria, fue sobre todo militar y catastral. En el año 44 a J.C., ingenieros griegos, siguiendo órdenes de **Cesar** y bajo la

dirección de **Agripa**, emprendieron un inventario general del imperio, que dió como resultado los "*Comentarios*" y un mapa de conjunto, que fue pintado según se dice, sobre un pórtico de Roma, pero que no ha llegado hasta nosotros.

Los emperadores, para uso de sus tropas y ejércitos y sobre todo de sus administradores, hicieron dibujar itinerarios, mapas de caminos y planos, casi todos desaparecidos.

El más célebre de éstos fue el "*Itinerario de Antonino*"³⁵, que consistía en una guía escrita, a modo de especie de lista de las ciudades situadas a lo largo de las grandes vías, con expresión de sus distancias, pero que debía ir acompañada de mapas. Además de estos itinerarios, se estima que tenían mapas catastrales que quizá construían o dibujaban sobre ladrillos como los **caldeos**, o **sobre tablas**, y sus geógrafos colocaban a **Egipto** en el centro de la tierra cuando hacían la descripción del mundo por ellos conocido.

Recogiendo los datos y noticias esparcidas en las inscripciones y los dibujos y figuras representativas de las estrellas, se ha reconstruido el mapa-mundi egipcio tal cual se describe en sus obras, así como se ha intentado representar el mundo de los **caldeos**, más tales reconstituciones son de un valor muy pequeño, puesto que se

³⁵
S. N. Siglo III de nuestra Era.

fundan en datos y noticias vagas y escasas en número³⁶.

De la misma manera, "*La Tabla de Peutinger*", copia medieval de uno de estos itinerarios, pintada sobre doce hojas de pergamino, nos da una idea de lo que podían ser, mapas que mostraban la red esquematizada de caminos y las distancias, con las ciudades representadas mediante símbolos.

Sin embargo, la geografía descriptiva y la cartografía mantenían la tradición griega, obra de sabios griegos en su mayor parte. **Estrabón**³⁷ fue el autor de una famosa obra titulada "*Geografía*", en la cual destacan por su ausencia el razonamiento matemático y figurativo. Pero el más importante de los cartógrafos de este período fue un griego de Alejandría, llamado **Claudio Ptolomeo**³⁸, cuyo rostro reproducimos en la **ilustración 3 que aparece en el Apéndice Documental.**

En la época en que vivía **Ptolomeo**, se notaba ya la decadencia próxima de Roma, pero Egipto se beneficiaba todavía de un corto despertar de la cultura antigua. **Ptolomeo**, partió del estudio de relatos de viajes de antiguos viajes, a partir de los cuales compuso hacia el año 160 un

³⁶ Pueden verse trabajos de esta clase en Maspero. El mundo conocido de los caldeos, y el de los Egipcios, páginas 542 y 774.

³⁷ 58 a.J.C. al año 25 d.J.C.

³⁸ Vivió entre los años 90 a 168 de nuestra Era.

gran mapa del mundo que fue origen de todas las obras cartográficas posteriores. Para él todas las fronteras del mundo conocido estaban en el grado 16 del paralelo de latitud sur y el grado 63 de latitud norte, el meridiano de las islas afortunadas (Islas Canarias), que sitúa a dos grados más hacia el oeste del cabo cien, y finalmente el meridiano de los Montes Semants en el actual Annam, al este. Dividió esta extensión en 180 grados de longitud, atribuyendo una extensión igual a la segunda parte desconocida. Ello fue la causa que originó el error que duró hasta la época de los grandes descubrimientos, a finales del siglo XV. Ver ilustraciones 4 a 6.

La obra principal de Ptolomeo, su "Geografía", puede considerarse como una guía para la puesta a punto del mapa del mundo. Comprende 350 puntos fijos, los cuales determinó astronómicamente, así como alrededor de 8.000 indicaciones de lugares, sacados de itinerarios de viajes. Nos han quedado varias copias del texto griego de la "Geografía" de Ptolomeo, titulada "Geographike Hyphegesis" (Introducción a la Geografía), pero que datan solamente de los últimos siglos del imperio Bizantino. Ciertos manuscritos están acompañados de mapas, otros no lo están, y constituyen una obra que se cifra en ocho volúmenes. De los cuales el primero y el principio del segundo contienen una crítica de la obra no conservada de Marín, una introducción a la construcción de las redes cartográficas de coordenadas, así como el modo de empleo de los cuadros de meridianos y de

paralelos para la localización de los establecimientos, de las fuentes y de las desembocaduras de los ríos, de los cabos, de las penínsulas, montañas, y territorios de los diferentes pueblos que representan. Estos cuadros continúan hasta el séptimo libro.

En general, los mapas no están clasificados más que en el octavo volumen, donde son una vez más enumerados los principales lugares y donde figuran las coordenadas, pero esta vez no en grados y minutos de latitud y longitud geográficas, sino en horas y minutos, con un desplazamiento horario con relación a Alejandría.

Las cartas principales son el número 26, (diez para Europa, 4 para Africa, y 12 para Asia) y el mapa del universo entero es a veces anexionado en tanto que veintisiete grados. Así mismo, también existen manuscritos con 63 mapas parciales dispersos en el texto y con un mapa del mundo en cuatro partes. Se ignora aún cual de estas dos redacciones es la más antigua y si la una o la otra fue redactada por **Ptolomeo**. La incertidumbre concerniente a **Ptolomeo** en tanto que es autor de ciertos mapas, es aumentada por el hecho que, sobre ciertos dibujos del mapa 27, es mencionado como autor **Agathodaimon**, mecánico de Alejandría, del que no sabemos casi nada. Del mismo modo que el texto completo de la obra "**Geografía**" haya sido escrita por **Ptolomeo** es también sujeto a cautela, está fuera de dudas que los textos del primer y último libro le son debidos. Este

último, sin embargo fue escrito primeramente con la intención de que sus seguidores pudieran utilizarlo con el libro astronómico de **Ptolomeo** nombrado "**Gran Sintaxis**". Se piensa hoy, que los otros libros fueron compuestos más tarde por un sabio de Bizancio que nos es desconocido, y que luego fueron integrados en la obra de **Ptolomeo** y atribuidos a este cartógrafo alejandrino. Conocemos hoy 52 manuscritos de la "**Geografía**" de **Ptolomeo**, en griego o en latín y en las dos redacciones mencionadas más arriba. Los manuscritos más antiguos que se conservan son del siglo XI, eventualmente del siglo X.

Para responder a la pregunta del volumen de la tierra, **Ptolomeo** se ha servido de los datos de **Hiparco de Nicea**³⁹. Situando geográficamente las ciudades importantes con ayuda de la longitud y de la latitud geográficas. La latitud, estaba calculada a partir del ángulo altitudinal (ipsométrico) del polo celeste, representando el ecuador (como en la obra de **Hiparco**) el punto de partida de la definición de las latitudes. En cuanto a las longitudes, **Ptolomeo** ha tomado el método del eclipse de la luna, puesto en práctica por **Hiparco** y algo impreciso; el meridiano de origen pasaba por la isla del Hierro en las Canarias. Podemos recordar a título de curiosidad, que en el siglo XVII, **Luis XIII** promulgó en un edicto, una orden en virtud de la cual el meridiano de origen debía ser el de Hierro. Por otra parte

³⁹ Astrónomo griego natural de Bitnia, el cual vivió en el siglo II antes de Jesucristo. Calculó la extensión del año solar en 365 días y 6 horas, e inventó el astrolabio.

Hiparco y su lista de latitudes geográficas y Erastótenes daban autoridad suprema para los cartógrafos del mapa de Ptolomeo. El mapa completo de las columnas de Hércules en las bocas del delta del Ganges, está concebido en el espíritu de Erastótenes. Mientras que Marín decía haber recurrido a los datos de los itinerarios de viajes, siendo corregidos por Ptolomeo a partir de observaciones astronómicas. Observaciones que fueron en general precisas en los países que dependían de Roma, pero para las regiones más alejadas, era preciso utilizar los relatos contradictorios de los mercaderes de la época. Para dicha época, la obra de Ptolomeo era excelente, esta manifiesta numerosos progresos, sin haber eliminado sin embargo, ciertos errores. El más importante de dichos errores residía en la longitud de los grados ecuatoriales, siendo a partir de este dato cuando Ptolomeo evaluó a solamente 32.000 kilómetros la circunferencia del Ecuador. Estos importantes errores y otros más, han actuado fatalmente a lo largo de los siglos e incluso durante todo un milenario, refiriéndome en concreto a la representación de Asia, que constituyó la piedra que obstaculizó la cartografía. De hecho la desconfianza de Ptolomeo había sido despertada sobre todo por la representación de Marín, los navegantes no consideraban la China, y para las más orientales existían incluso unas "escalas".

Ptolomeo sin embargo ha introducido aquí unas modificaciones radicales. Redujo las longitudes y las

latitudes y alargó la costa asiática de tal manera que Ceilán tocaba el Ecuador actual. Representó el **Océano Indico** como un mar limitado al sur por un continente llamado "**Terra Australis Incognita**", y unió Africa con los países de Oriente. Bien porque **Ptolomeo** ignorase los relatos de **Herodoto** relativos a la vuelta de Africa realizada por los marinos fenicios, o bien sea porque no hubiese tomado estas informaciones en serio. Toda tentativa de navegar por el Atlántico alrededor de Africa del Sur y hacia la india estaba según él, condenada al fracaso. Europa del Este y su Siberia fueron cubiertas de nombres, ignorándose el origen de los mismos. El aspecto del Mar Caspio (**Mare Caspium**) con los afluentes Syr-Daria⁴⁰ (**Laxarte**), el Oxus (**Amou-Daria**), Ochos (**Heria Roud**) y el Cyrus (**Koura**) no corresponden tampoco a la realidad. Al Este el continente Asiático se termina en el Ganges.

El mapa del mundo de **Ptolomeo** (de **Agathodaïmon**), ha marcado sin duda el apogeo de la cartografía antigua. No conocemos hoy más que un número muy restringido de otros mapas griegos y romanos; los mapas originales de Ptolomeo también se han perdido. Las copias más antiguas, debidas a **Agathodaïmon**, están conservadas precisamente en el Vaticano. Siendo hasta el siglo XV copiados sus mapas por numerosos autores en manuscritos primeros griegos y más tarde

⁴⁰ Syr-Daria, en árabe Sihun, y antiguamente **Laxartes**. Río del Turquestán (Asia Central). Tributario del Mar de Aral. Herodoto y Estrabón, mencionan por primera vez el Syr-Daria, con el nombre de **Laxartes**. Estos autores le representan como un gran río que une al Mar Caspio. La primera definición exacta del Syr-Daria, la dieron los geógrafos árabes: El Istakhri en el siglo X. Edrisi en el siglo XII, y Albufede en el siglo XIV. Todos los cuales hablan del Sihun, el cual desemboca en el Mar de Aral. Los rusos lo conocían desde hacía mucho tiempo. El **Libro del gran plano**, (Kri pa Bolchago Echerteja), del siglo XV dice textualmente: "**El Syr se lanza en el Lago Azul (Mar Aral) procedente del Este**".

latinos, que están hoy en día depositados en las grandes bibliotecas europeas y americanas. Una circunstancia, entre otras, ha contribuido también a la gran difusión de los mapas de Ptolomeo; su Geografía fue impresa desde 1475 y a partir de 1477 fue también publicada con mapas impresos. Por todas estas razones, los mapas de Ptolomeo han influenciado largo tiempo la concepción del mundo, sobre todo en el Renacimiento de la cartografía en el Siglo XV, lo que se explica sobre todo por la casi inexistencia de toda exploración de nuevos continentes y océanos hasta esta fecha, o al menos que se hallan podido dar pero que por diversas causas no hallan llegado hasta nosotros de momento.

CAPITULO II

CARTOGRAFIA ESPAÑOLA EN LA EDAD

MEDIA

2.1. LA CARTOGRAFIA EN LA ANTIGUEDAD.

Se sabe que los códices⁴¹ de las obras de **Ptolomeo** correspondientes a las **Bibliotecas, y Archivos** de Europa, fueron copiados en su mayor parte en los siglos XIV y XV, llendo acompañados de mapas. Las investigaciones y estudios practicados, parecían conducir a afirmar que estos mapas eran copia fiel de los dibujados por **Agathodaïmon** en el siglo V, y esta opinión sostenida por los sabios se fue difundiendo entre los geógrafos creyéndose que a su vez **Agathodaïmon** los había copiado de los originales hechos por **Ptolomeo**.

Pues bien, el hallazgo en un Monasterio del monte Athos de un manuscrito de **Ptolomeo** hecho hacia el año 1200, o quizá antes, ha venido a demostrar:

Primero: Que los mapas originales de aquel célebre geógrafo nos siguen siendo desconocidos.

Segundo: Que no pueden tomarse como copias exactas las reconstrucciones hechas en los siglos XIV y XV, ni las de los siglos posteriores, puesto que, siendo diferentes en su dibujo y detalles los del monte Athos y los de los restantes manuscritos, no se puede afirmar los que

⁴¹ En su origen, es un libro formado por tablillas enceradas, usado por los romanos. Más tarde se le conoce como libro manuscrito compuesto de hojas rígidas de pergamino.

corresponden a los primeros mapas hechos por **Ptolomeo**, ni hay razón para preferir los primeros a los segundos ni los segundos a los primeros⁴².

Por otra parte, la comparación del mapa de **Cosmas**, reconstruido, figurando una caja de cristal con una montaña altísima en el centro, y el mapa hallado en un manuscrito del siglo VIII, con las obras de este autor, viene a convencernos de que hay que desechar por completo el procedimiento de reconstruir antiguos mapas.

Más por lo mismo que los modernos historiadores de la **Geografía**, no han entrado a describir y a detallar los mapas del manuscrito del monte Athos, que son indiscutiblemente los de mayor valor histórico por ser los más antiguos (unos por no haberlos conocido y otros por no haberlos estudiado), parece oportuno describirlos en la parte relativa a España, señalando al mismo tiempo los caracteres y formas que revisten. Como puede juzgarse por el exámen de la **ilustración 7, e ilustración 4.**

La forma de nuestra península está profundamente alterada, pues los Pirineos, en vez de rumbar en sentido paralelo al **Ecuador**, siguen la dirección Noroeste a Sures-
te; de su parte media arranca otra cordillera sobre la cual se halla **Kelsa**, y lanza dos ramales, uno hacia las costas del

⁴² Véase la reproducción fotolitográfica de los manuscritos de Ptolomeo, del monte Athos publicada en 1867 por la casa Fermín Didot.

Mediodía que después tuerce hacia el Oeste, y otro que desde luego toma esta dirección estando en sus laderas **Nertobriga**. De donde puede deducirse que solo dibujaron los Pirineos, el **Idubeda**, el **Orospeđa** y los **Montes Carpetanos**, bien que únicamente los Pirineos tienen consignado su nombre. El cual viene representado sobre fondo verde claro, color que, aunque convencional, tiene en la vegetación pratense que recubre las laderas y cumbres de nuestros montes, su justificación. El mar esta pintado de color verde oscuro, y no de color azul, color este más pr6pio para dar idea del **Océano**; pero, en cambio, la representación de las ciudades, es sumamente caprichosa, consistiendo en rectángulos de tinta de color rojo, dentro de los cuales se leen los nombres de las ciudades escritos en negro; en cuanto a los pueblos, no siempre figuran sus nombres, mencionando solo algunos **Bastulos**, por ejemplo. Lo mismo sucede con la representación de los ríos.

Dos hojas son las que tratan el territorio español. Una es la ya descrita, que se encuentra cortada por el lado izquierdo interrumpiéndose el dibujo por falta de espacio, en otra hoja, que se representa en la **ilustración 8**.

Se ve el estrecho de Gibraltar (**Heracleon Pontos**), el **Mar Mediterráneo (Balearikon Pelago)**, y algo del **Océano**. En esta tiene dibujados los límites de los territorios o provincias **Tarraconense**, **Lusitana**, y **Bética**,

llamando **Mar Ibérico** (**Iberikon pelago**) al Mar que se extiende desde la costa meridional de España hasta el **Continente Africano**. Estos mapas se encuentran divididos por líneas que se cortan en ángulos rectos (paralelos y meridianos) cuya graduación está consignada en los bordes.

En los mapas **Ptolemaicos** posteriores (siglos XIV y XV), que son los que abundan en todas las bibliotecas de Europa, hay también gradación y escala, pero los mapas tienen por lo general grandes dimensiones mientras que los del monte Athos son de pequeñas dimensiones y consignan mayor número de ciudades, dibujándolas en forma de grandes puntos o pequeños círculos negros o dorados, por ejemplo, las cabezas de los conventos jurídicos en el ejemplar existente en la **Sección** de manuscritos de nuestra **Biblioteca Nacional**, hecho hacia 1410, no tiene montañas y en el Mar se pueden apreciar las figuras de peces y barcos, como en los mapas de los comentarios de **San Beato** de que haremos mención más adelante. Respecto a la forma de España resulta muy irregular y prominente en el Suroeste según puede verse en dicho manuscrito y en todos los de la época. El **Padre Flores**, reprodujo en detalle el mapa de **Ptolomeo**.

La tabla de **Peuntinger**, reproducción según se dice de un mapa original del siglo III, se encuentra en igual caso pues el dibujo es propio de la XIII^a centuria y no de la III^a en la cual no se empleaba la perspectiva en esa forma en los cuadros. Esta obra reproducida en varias

ocasiones y atribuida al tiempo de **Severo**, carece del dibujo correspondiente a España, por lo cual no merece hacer demasiado incapié en la misma para centranos en el objeto de nuestro estudio.

Varios pasajes de **Cicerón** y de **Séneca**, citan los mapas generales y las cartas topográficas o particulares: antes, de **Julio Cesar**, los caminos o calzadas militares habían sido divididos en etapas y señaladas las distancias por medio de piedras miliarias, y todas estas calzadas se dibujaban en rollos de papel pergamino los cuales conservaban los generales (Cónsules), y los Intendentes (Cuestores).

Por aquella época, el mapa del mundo, fue pintado en Roma bajo un pórtico, y el de Italia así mismo fue pintado en el templo de **Tellus**. En el Imperio de **Domiciano**, se trazó otro mapa de los territorios sujetos a Roma, y se cree que **Plinio** tenía mapas que le permitieron dar exactitud a su nomenclatura geográfica, pensando algunos también, que el **Itinerario**, llamado de **Antonino (Antonio)**, no es otra cosa que una lista sacada de la obra de **Agripa** y completada bajo el Imperio de **Antonino**, pues se corresponden de tal modo los datos escritos en él, con los que aparecen en la tabla de **Peutinger**, que podría decirse con toda propiedad que falta el mapa del **Itinerario** de **Antonino** y el **Itinerario** del mapa **Teodosiano (Peutinger)**, reproducido en tiempo de **Severo**⁴³,

⁴³ Emperador romano, nacido en la localidad de Iliria, y ajusticiado en el año 307 después de Jesucristo. Fue elegido Cesar en el año 305, por **Constancio**, y **Augusto (306)** a la muerte de este. Fue muerto por orden de **Majencio**.

y del cual es copia, según hemos dicho, la tabla de **Peutinger**.

En nuestra **Biblioteca Nacional** existe un magnífico ejemplar del **Itinerario de Antonino**, y de otros manuscritos geográficos, y entre ellos merece la pena citar uno que por los detalles de ejecución parece ser del siglo V y de procedencia Italiana, bien que las obras originales que reproduce corresponden a una época muy remota, que no debe de exceder sin embargo del siglo V. En él está la llamada **Cosmografía de Etico**, un tratado de **Arte Militar** y la **Notitia Dignitatun Utriusque Imperii**, mucho más completa que en otra copia existente en la **Biblioteca Nacional de París**, hecha en el mismo siglo, y la cual contiene los mismos tratados, y en este libro pueden verse dos clases de mapas, que solo corresponden a la última parte del volumen, es decir a la **Notitia Dignitatun Imperii**.

Las **ilustraciones 9 y 10**, nos dan idea de las dos formas, una la **geográfica**, llamándola así para distinguirla de la otra que la denominaremos **iconográfica**, que no solo aparece en este manuscrito sino en otros españoles de los siglos IX al XIV, de **San Beato**, ver **ilustración 11**.

El dibujo en los verdaderos mapas está modificado en la proyección y perspectiva, adaptándose al modo de dibujar del siglo quince, o cuando más del siglo catorce, representándose los pueblos por edificios con los

tejados pintados de color rojo, las puertas en arco y la perspectiva en caballera.

Los mapas **iconográficos**, están constituidos por figuras representando provincias , regiones, pueblos, obispados, etc, cuyos nombres constan ordinariamente en la parte superior. Que estas láminas con figuras son verdaderos mapas se demuestra perfectamente, pues teniendo el manuscrito más de treinta mapas que corresponden a las vicarías de las distintas provincias, en los restantes capítulos, que se refieren a otras, aparece sustituido el mapa por las láminas, en la que la correspondencia es completa, excepto en el dibujo en alguno de ellos.

Tanto por la belleza de este códice, que es bastante considerarle como una preciada joya geográfica, cuanto por la utilidad que puede reportar la reproducción de algunos de sus mapas, y para que se vea también que no es un juicio aventurado esta afirmación que hemos hecho de que las figuras constituyeron un medio de expresión geográfica, rlas cuales reproducimos en las **ilustraciones 12 y 13**. Estas dos representaciones que se refieren a España y a Inglaterra, y que están representadas la primera por el procedimiento **iconográfico**, que no es otro que el que empleaban los egipcios, y la segunda por el de verdaderos mapas. Los mapas de **Pamphilia, Lidia, Caria, Licia, y Licaonia, etc**, son del mismo tipo que el que representa a España.

Otra lámina de **San Beato**, dibujada en el siglo IX, contiene bajo arcos, pero sin representar ninguna imagen los nombres de **Efeso, Zomene, Pergamo, Tiana, Sardis, Filadelfia, y Laodicea**⁴⁴. No hemos querido hablar de los mapas realizados por **Pomponio Mela**, escritor español, ya que los más antiguos carecen de interés, y uno de los mapas de los primeros años del siglo quince tiene todo el aspecto de los mapas de su época.

2.2. LOS MAPAS DE PAULO OSORIO Y DE SAN ISIDORO DE SEVILLA.

En la época de la disolución del Imperio Romano de Occidente, la cultura geográfica se concentra en la Península Ibérica. En ella se escriben y se copian las obras de **Orosio**, y de **San Isidoro**, que buscadas con afán sirven de guía y de enseñanza en toda Europa, y no se detiene aquí el impulso español, pues continua, como luego veremos, durante los siglos inmediatos, siendo preciso que avance la Edad Media para que otras naciones la adelanten y obscurezcan, porque no es como pretenden algunos historiadores de la Geografía, la Italia de los siglos visigodos, ni la de las repúblicas veneciana y genovesa, la nación que conserva y desarrolla la tradición y que inicia en los

⁴⁴ Manuscritos procedentes de San Millán, número 33, existente en la Academia de la Historia.

primeros lustros medievales el Renacimiento de la Cartografía, sino nuestro país, al que la falta de investigaciones propias y la actividad interesada de los extraños han podido arrebatarse tal gloria.

Es cierto que en el resto del mundo se conservaba también la tradición latina, y que entre sus obras había algunos trabajos notables e importantes; pero observemos que si **Etico de Istria**, **Esteban de Bizancio**, y otros escriben tratados geográficos, también es cierto que no hay, que no se conoce, ningún mapa que acompañe a un escrito, mientras que la obra de **Ororio**, escrita en el año 416, pero copiada y reproducida en los siglos inmediatos, tiene, para su más fácil inteligencia, mapas en algunos casos. Tal sucede con el ejemplar de la **Historia contra los paganos**, que tiene el número doce entre los códices de la **Biblioteca de Alby**, y que fue escrita en el siglo VIII, y con la misma obra traducida al anglo-sajón en tiempo de Alfredo el Grande, y conservada en Inglaterra bajo el título de **Hormesta**⁴⁵, ver ilustración 14.

Estos documentos, juntamente con otros relativos a **San Isidoro** ver ilustración 15, y a **San Beato de Liebana**, de que trataremos posteriormente, prueban la inexactitud con que **Vivien de Saint-Marti**, dice:

⁴⁵ Prescindimos de los pequeños mapas de la obra de Pomponio Mela, porque hasta el siglo 15 no difieren en realidad de los de San Isidoro, según hemos citado anteriormente.

"Que trascurrieron quinientos años desde el reinado de Carlo Magno sin que se encontrara en los documentos que de aquellos siglos poseemos el menor indicio que nos manifieste, si no la existencia, el conocimiento de mapas análogos al de Carlo Magno. Las pequeñas imágenes del planisferio terrestre que vemos trazadas en ciertos manuscritos, tales como los de Macrobio y Mela, no deberían ni aún llevar el nombre de mapas. Solo a partir del siglo décimo, y sobre todo en los dos siguientes, después de las cruzadas, cuando la Europa pudo conocer los libros árabes, se encuentran las primeras menciones de los mapas geográficos. Los más antiguos son los mapas anglo-sajones: el que se conserva en la catedral de Hereford, lleva el nombre de Roberto Haldingham".

Nada de esto fue así. La obra de **Carlo Magno**, desgraciadamente perdida para la ciencia, nos es desconocida, y por tanto, no se puede hacer un juicio cierto acerca de ella, ni compararla con las obras genuinamente españolas como las de **Orosio, San Isidoro y San Beato**; pero aunque las superara en la riqueza de los materiales (es sabido que era de plata), cosa que para la ciencia no es nada importante, ni fue el mapa de Carlo Magno punto de partida, punto culminante, ni el punto final del movimiento cartográfico de la **Edad Media**. Este seguía su marcha progresiva como vamos a demostrar, y era en España y durante esos quinientos años,

según él, de obscuridad, según mi opinión de luz muy esclarecedora, donde se efectuaba el progreso, siendo pues los españoles los más notables cartógrafos del mundo.

Desde luego hemos dicho que en el siglo octavo, se hizo un mapa para la obra de **Orosio**, el cual existe en la **Biblioteca de Alby**. Pues bien, esta circunstancia aparece con distintas opiniones o se nos ha querido ocultar por los extraños, diciendo que el mapa corresponde a una descripción de **Etico**. Hay que advertir que **Etico**, escribía en el año 400, **Orosio** en el 416. El uno residía en Europa, el otro en Africa donde permaneció durante algún tiempo y en el Oriente, por esto nos preguntamos que pudo haber de común entre ambos autores, si llegaría el libro de **Etico** a manos de **Orosio**. No hay prueba de ello, aunque de otra parte no es tampoco imposible que una obra como la de **Etico**, que ni en aquellos tiempos, ni en muchos siglos, ha tenido importancia se difundiera con gran rapidez y de esta forma llegara a manos de un viajero que recorriera el continente africano: ni por el tiempo, ni por los lugares en que residían, es de afirmar la comunicación. Si a esto se añade el que existían fuentes de conocimientos anteriores de los cuales se pudieron sacar uno y otro los datos de sus descripciones del mundo y que por consiguiente el copiar de un mismo lugar tenía que resultar forzosamente el parecido en sus trabajos, quedará así todo explicado porque efectivamente hay en los libros de uno y de otro muchos datos y descripciones semejantes; pero esto solo para los que ignoran que **Etico** no escribió nada

original, sino que se limitó a reproducir introduciendo ligeros cambios la descripción del mundo hecha en tiempo de Agripa. **Orosio** y **Etico** siguieron en ocasiones al pie de la letra los trabajos oficiales iniciados en tiempos de Cesar, pero no fueron copiados entre ellos.

Ahora bien, cualesquiera que fuese el criterio que se sostenga respecto a la originalidad de la parte geográfica de la obra de **Orosio**, es indudable que el mapa de **Alby** acompaña a la obra de "**Historia contra los paganos**" y no a la obra "**Situ et descriptio orbi de Etico**", como hacen constar **Mr. Libri**, el **Vizconde de Santarem** y **Kretschner**.

El mapa de **Alby**, tiene además otra peculiaridad que de esta forma confirma corresponder a una obra española, y así mismo que fue realizado en España. Esta particularidad consiste en que el título de España está escrito con letra mayor que los nombres de los demás países.

En cuanto a la forma general de este magnífico monumento geográfico del siglo octavo, es la de un ovalo prolongado, o mejor, la de un rectángulo con los ángulos sustituidos por arcos. El **Mediterráneo** avanza desde abajo hasta cerca de la parte superior, lo cual concuerda con el conocimiento que entonces se tenía del mundo.

España tiene una representación de figura

alargada de izquierda a derecha ocupando casi la mitad del frente inferior, separándola por una línea de las demás naciones.

A la obra de **Orosio**, traducida por Alfredo el Grande, acompaña también un mapa del siglo octavo según **Jomard**⁴⁶, y he aquí un nuevo testimonio que viene a confirmar la opinión antes sustentada, pues en los manuscritos de la "**Historia contra los paganos**", es donde se encuentran los mapas del siglo VIII y de Alfredo el Grande.

Acerca de **San Isidoro**, como cultivador activo de las letras que abarcaba todo los conocimientos humanos tratando acerca de la filosofía, teología, jurisprudencia, historia, astronomía, y la geografía. Dedicó **San Isidoro** los orígenes o etimologías a la enseñanza de los jóvenes que deseaban ingresar en el sacerdocio, y por tanto, son a modo de libro de texto de la enseñanza superior de aquellos tiempos; divididas en veinte libros dedica en el tercero al estudio de la astronomía que desliga y separa de la astrología. El libro trece, está consagrado a la cosmografía, que apoyada en el conocimiento de las leyes físicas a que está sujeto el universo, abarca la división de la tierra, en partes, regiones y provincias, dando al propio tiempo razón de las islas, promontorios, montes y selvas más conocidos de los antiguos conocidos en los libros catorceavo y quinceavo, bien que en este último trata más concretamente de los

⁴⁶

Introduction aux monuments de la Géographie, par feu M. Jomard. Paris, 1879.

monumentos, de las construcciones, de las medidas de los campos y de los caminos y calzadas.

Me corresponde hacer notar que los manuscritos de **San Isidoro** fueron los que sirvieron de guía para trazar los mapas de aquel, no solo en los tiempos más remotos y en los ejemplares más antiguos sino bastante más avanzada la **Edad Media**, bastará para convencerse de ello observar:

Primero. Que la única obra de cultura que servía para la enseñanza en España en los siglos VIII, IX, X, XI y XII, en los cuales se escribe y se reproduce el libro de **San Beato de Liébana**, eran las **Etimologías de San Isidoro**.

Segundo. Que en este libro se transcriben como en ningún otro, los países, mares, montes y ríos.

Tercero. Que corresponden los nombres geográficos y su colocación en los mapas de la obra de **San Beato de Liebana** con la descripción que se hace en las **Etimologías de San Isidoro**, aún cuando como es natural, no consten en aquellos todos los nombres consignados en estas, por falta de espacio.

Cuarto. Porque además de esas coincidencias que muestran la correlación de ambos documentos, existen en los mapas letreros o noticias detalladas en las que la coincidencia de los conceptos y de las palabras alejan por

completo toda duda.

Pero además de esto, que es lo más importante, pues hasta hoy no se ha hecho notar la íntima conexión de estos documentos, es preciso advertir el interés que ofrecen los mapas que acompañan a las etimologías, los cuales son más pobres en detalles que los del libro de **San Beato**, cuando lo contrario sería lo más racional.

Estos mapas consisten, en algunos ejemplares, en un círculo dividido en dos partes por una franja central que le divide en dos mitades: dos líneas perpendiculares a esta faja representan las costas del **Mediterráneo**, y en los espacios correspondientes aparecen en grandes caracteres la palabra **Asia, Europa y Africa**, y los nombres de **Sem, Cam, y Japhet**.

En otros hay en el sitio que corresponde al centro un espacio triangular mencionando también los **Mares Magnum, Rubrum, Meotides Palus y el Tanais**, y en un ejemplar procedente de **San Millán de la Cogulla**, escrito en el año 946, quizás el más interesante de los conocidos, están dibujadas la fuente del **Paraíso** y los cuatro ríos que de ella salían, en análoga situación a la que adoptan veintitrés años más tarde **Oveco y Emeterio**, al hacer los mapas de **Távares y Valcavado**, aún cuando en estos existían elementos decorativos y figuras que no se encuentran en el manuscrito de **San Isidoro** al cual nos hemos referido en ocasiones anteriores.

Del siglo X son los códices **Figiliano** (976) y **Emilianense**, y en ellos se encuentran representaciones geográficas. En el **Cronicón Vigiliano** escrito en el año 849, aunque el ejemplar que se conserva fue copiado en el siglo noveno, hay un mapamundi idéntico a alguno de los que acompañan a las obras de **San Isidoro**; la división de la tierra está en otra lámina manifestada por las figuras de **Sem, Cam y Japhet**, y posee una rosa de los vientos muy curiosa, aunque no mejor que las de algunos códices Isidorianos.

En cuanto al **Emilianense** (de San Millán), nos ofrece un curioso mapa eclesiástico de España, bajo la forma de una rueda con los nombres de las seis sillas metropolitanas y sesenta y nueve sufragáneas, mapa que consta igualmente en un código del Fuero Juzgo existente en **El Escorial**, que solo varía en que el orden de los obispados está invertido.

2.3. LOS MAPAS ESPAÑOLES DE SAN BEATO DE LIEBANA.

El mapa de los comentarios de **San Beato de Liébana** constituye otro documento cartográfico de gran importancia de cuantos se publicaron en la **Edad Media**, porque ninguno se difundió tanto como este, y así mismo fue utilizado como material de enseñanza de la **geografía**. Más ni

su mérito absoluto, ni la celebridad que adquirió cuando se reprodujo la copia del ejemplar de Turín, han sido bastantes a desvanecer errores, antes por el contrario, cada país se enorgullece de los ejemplares que posee, y ahora Francia, dueña del mapa riquísimo del monasterio de **San Sever**, ha despojado, aunque con razón, al mapa italiano, de la importancia que adquirió, pues es una copia del siglo XII en vez de un original del siglo décimo, y pretende mostrar su joya como la más preciada de todas las producciones de **San Beato de Liébana**.

Por otra parte no falta quién afirme recientemente que el mapa de Turín es copia del ejemplar que fue de **Távvara**⁴⁷, y que también lo es el de la **Biblioteca Nacional de París**; y es que fijándose en las flechas y teniendo noticias de que el ejemplar de **Távvara** es del año 968 o 970 ver **ilustración 16**, suponen que son copias tuyas todos los mapas posteriores, de igual manera que lo es el texto. Sin embargo, el caso no es igual: los comentarios del **Apocalipsis**, copiados en uno u otro siglo, en uno u otro año, no difieren en lo que tienen de esencial, esto es, como obra literaria y religiosa; más en cuanto al mapa la factura varía desde el punto de vista del dibujo y varía también desde el punto de vista de los conocimientos geográficos, lo cual es ya bastante significativo.

Consultando los ejemplares existentes vemos

⁴⁷

Catálogo de la Exposición cartográfica de Amberes.

que el de **Távara**, año 970, tiene en efecto un mapa-mundi que es circular como el de Turín, como el de Gerona y quizás como el de Osma ver **ilustración 17**, pero que difiere del Valcavado hoy en la Universidad de Valladolid, del de Altamira adquirido por la **Biblioteca Nacional de París**, de otro Museo británico que perteneció a Napoleón I (siglo XII) y del que se conserva en la sección de manuscritos de la **Biblioteca Nacional**. No siendo lo más extraño que haya dos tipos de mapas, sino que estos dos tipos son coetáneos, pues los mapas de los ejemplares de **Valcarrado** y de **Távara** son del año 970 y solo difieren en un mes.

Si estudiamos el de **Távara**, observamos que es un dibujo el cual no corresponde rigurosamente a la definición de mapa-mundi, pues está constituido por un doble círculo morado y amarillo en el que aparece **Asia** ocupando la mitad superior, **Europa** ocupando la cuarta parte inferior de la izquierda, y **Africa** el resto, separadas por espacios o fajas de igual anchura. En el extremo inferior de **Europa** aparece escrita la palabra **septentrión** y en el de **Africa** la palabra **meridie**. En tamaño algo más grande aparece escrito **oriens** sobre el **Asia**, y fuera del mapa en el lado opuesto **occidens**.

No hay letreros de poblaciones ni figuras de montañas ni de ríos. La pobreza de detalles y la pequeñez de las dimensiones le hacen coincidir con algunos moderno y destacar desde luego con respecto a todos sus similares que

como veremos más adelante se perfeccionan de modo notable e inopinado.

Al manuscrito de **Valcavado** acompaña por el contrario un mapa de grandes dimensiones, al que tienen que ceder la prioridad los de Turín y Saint-Sever construidos en los siguientes siglos y el mismo de la **Biblioteca Nacional** del año 1047.

En este mapa están ya dibujadas las tierras de modo informe y erróneo, pero con la suerte de que poseen una representación indudable los ríos y los montes. Rodean las tierras el **Mar** de color azul profundo, siendo este unido por líneas onduladas, en él aparecen dibujados peces y barcos representados en líneas de color rojas y de color gris. Así mismo aparecen las islas de Tule, Briter, Britania, Scotia, Fortunatas, y Scolera, se apoyan en las costas europeas las cuatro primeras mencionadas y en las costas africanas las dos últimas.

Hemos afirmado anteriormente de que la forma general es alargada y tiene los ángulos encorvados, pero no se entienda que, a semejanza de los mapas **Cottoniano y del de Alby**, el eje mayor del mismo es la línea este-oeste; aquí por el contrario, el mapa es más ancho que largo, y aparecen representados **Adán y Eva junto con la serpiente**, los cuales aparecen colocados en un rectángulo de color verde con los bordes de color amarillo, apoyado en el eje este-oeste pero

en su parte derecha. Jerusalén está representada por una **H** de grandes dimensiones. El **Mar Mediterráneo** que separa **Europa y Africa**, es un rectángulo donde destacan rectángulos blancos que son las islas, no todas denominadas: el **Nilo** entra por su extremo superior derecho viniendo desde el centro del **Africa**. El **Tanais**, dividido en dos brazos en su parte superior, establece el límite entre **Europa y Africa**. Los **Montes Ripheos** están en esta especie de isla.

Las ciudades y las regiones solo aparecen representadas por sus nombres propios, algunos de ellos alterados en la escritura (**Teracona, Pania, Olisibona, Gallecia, y Gades son los nombres españoles**), y en cuanto a los montes todos ellos de colores variados obedecen a distintos tipos: uno es el que pudiéramos denominar de ala de ave, pues en efecto tienen un borde extenso concavo por un lado y ondeado por el otro como lo están las alas de los pájaros cuando se extienden, y en el interior una serie de arcos con nervios longitudinales y líneas inclinadas, hacen más visible la semejanza. En otros los dos lados son convexos, y tienen ondulaciones simétricas, cada onda está formada por dos líneas de color rojo que aparecen representadas formando paralelismo, y otra de puntos grises en el intermedio, ocupando la parte interior de cada uno de estos dibujos nervios de colores. Por último, aparecen otros montes sumamente prolongados, en que las ondulaciones exteriores son poco pronunciadas y parecen querer reproducir la perspectiva de los montes vistos desde lejos.

Hemos dicho que inopinadamente surge este tipo de mapa con relación al de **Távara**, y sin embargo, es preciso rectificar en parte este concepto, porque si bien es cierto tratándose de los mapas de aquel manuscrito y de este que estamos describiendo ha de advertirse que en un dibujo parcial y aislado contenido de aquel, existe un dibujo de montaña aislada que coincide con el segundo de los tipos que hemos descrito, no solo por su trazo, sino por la ejecución.

En el manuscrito de **San Sever**, que data de mediados del siglo once, el cual es posterior en unos ochenta años al de Valladolid, o al de Valcavado, se nota un proceso evidente realizado por los cartógrafos españoles, pues sabido es que fue hecho en España, a petición de **Gregorio de Montaner**, también español y abad que fue de **San Sever** hasta el año 1072.

Los contornos del **Mar** están en este mapa mejor delineados, las islas toman formas redondeadas, se multiplican por modo considerable los ríos y las ciudades, teniendo estas su representación gráfica por medio de edificios coronados por cruces en algunas ocasiones. Por regla general, los ríos tienen su origen en montañas de corta longitud, cuya base es una línea seguida, aunque no recta, y cuya cresta está constituida por arcos bastante pronunciados; y por excepción y como enlace y recuerdo con la tradición pictórica de **Valcavado**, de **Liébana**, de **Távara**

y de **San Millán**, el **Monte Cerauno** presenta la serie de arcos combinados y los dos lados con ondulaciones como en los manuscritos ya citados.

En el mapa del monasterio de **San Severo**, España está representada por un triángulo en el que aparecen varias poblaciones (**Barcinona, Caesar Augusta, Etc,**), ríos (**Ebro Iber**), y regiones (**Lusitania, Etc,**), siendo superior en detalles al del manuscrito de Valcavado.

El otro tipo de mapas de **Beato**, como materia de estudio, aunque no como modelo más antiguo, es circular, y aún cuando presenta mayor número de ríos y de montes que el de **Valcavado**, no difiere sensiblemente en la disposición del **Mar Mediterráneo**, y del **Danubio**; asigna sin embargo dos brazos al Nilo, y distingue la isla **Meroe**. La cuarta parte del mundo está, como en aquel, separada por el **Mare Rubreum**, y **Adán y Eva** ocupan el mismo lugar estando en posición análoga, así como las islas, siéndonos imposible afirmar si el dibujo de las montañas ha variado por falta de detalles en las copias que poseemos, aunque parece probable, porque los contornos y en general las sombras son distintas, no descubriéndose la serie de adornos curvilíneos con que se pretendía mostrar las ondulaciones del terreno. Indudablemente, los adelantos realizados en dos siglos, se hacen perceptibles en el mapa de Turín, siendo original del siglo doce por ser el manuscrito del que forma parte y por la factura general del mismo de aquel tiempo.

Por este tiempo, es decir, durante los siglos X, XI, XII, solo encontramos en las Bibliotecas, y Archivos europeos, el mapa-mundi de Strasburgo (del siglo IX); el de **Saint-Omer** y el **Anglo-Sajón**, de la **Biblioteca Cottoniana** (del siglo XI); el mapa **Anglo-Sajón**, del **Museo Británico** (siglo X), y los mapas de **Honorato de Antun** (siglo XII); de **Guido** (1119); de **Lamberto** (1120), y la carta de **Cosmas** (siglo IX; en el Vaticano), (siglo X en Florencia), ver ilustraciones 17 a 22.

En los comentarios al **Apocalipsis** de **san Juan**, escritos por **San Beato de Liébana**, no hay datos suficientes para redactar o dibujar mapas tan llenos de detalles como los descritos, pues solo hay unas ligeras referencias relativas a la distribución y diseminación de las gentes y a la predicación apostólica, acompañándose con este objeto al mapa según notas del manuscrito que posee el **Museo Británico**, y que perteneció a **Napoleón Bonaparte**.

Hay pues que afirmar que tuvieron un mapa a la vista o una descripción detallada y minuciosa del mundo, pudiéndose sospechar que, como dada la gran importancia que en el siglo décimo y anteriores habían adquirido en España las obras de **San Isidoro**, y constando la existencia de ejemplares en **San Millán**, y quizá en todos los monasterios españoles donde servía para la enseñanza del clero y de la nobleza, al mapa que acompaña a las obras de **San Beato de**

Liébana corresponde a la geografía de **San Isidoro**. La sospecha se afirma al ver la concordancia de los nombres consignados en el mapa con los incluidos en las etimologías, bien que por dificultades del dibujo sean menores aquellos que estos, y se convierte en certeza cuando se comparan inscripciones y leyendas de **Valcavado** y **Távvara**, **Turín** y **San Sever**, con los manuscritos de **San Isidoro de Sevilla**, pues resultan reproducidas las palabras y párrafos del manuscrito.

Tenemos pues que añadir a la cartografía propiamente **Isidoriana**, la de **San Beato de Liébana**, puesto que fue inspirada por sus obras, y recabar de que España tuvo los mapas más importantes y detallados para la cultura geográfica en la primera mitad de la **Edad Media**, no habiendo otros que puedan compararseles hasta el siglo doce, pues los dibujos que se encuentran en los manuscritos anteriores son simples mapas con las tres partes del mundo, y cuando más, un número reducido de países malamente dibujados.

Se ha prescindido del ejemplar de **Lord Ashburnham**, que se dice corresponder al siglo IX, respecto de este, el silencio que a la fecha en que fue escrito se ha guardado, la circunstancia de atribuirle **Libri** a dicho siglo, apoyándose en que se pensaba que era el de **Valcavado**, del que se había dicho en el siglo XVI escritores españoles, que tenía por lo menos seiscientos años de existencia, lo cual hizo suponer que el manuscrito era anterior al año 900, lo cual favoreció sus deseos de obtener por él una respetable

cantidad de dinero. Pero como el de **Valcavado** está en España, cae por su base esta leyenda, que también tiene errores de detalle, pues el de **Valcavado**, fue escrito en el año 970, siendo sin embargo exacta la cita, pues cuando le vió **Morales** llevaba escrito más de seiscientos años, siendo la fecha el año 970, que sumando seiscientos años da 1570. **Morales** lo vió después según consta en su viaje.

Pero **San Beato de Liébana**, disponía de mapas iconográficos anteriores a los ya citados del manuscrito italiano del siglo quince, que se conserva en la **Biblioteca Nacional**, pues en el folio número veinte, vuelto del códice de **San Millán de la Cogolla**, que pertenece quizá al siglo noveno aunque no consta la fecha por faltar las últimas hojas, hay una hermosa lámina constituida por tres series de hornacinas: la primera, osea la inferior, con cuatro, la segunda con tres y la última que es la mayor con una sola: las siete de las dos series inferiores son iguales, y todas ellas encierran una imagen; encima de estas se puede leer respectivamente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: **Efeso, Comene, Pergamo, Philadelphia, Sardes, Laodicea, y Thiana**: la superior contiene la figura de **San Juan**.

Igualmente puede citarse otra figura del fóllo número veinte del ejemplar del **Museo Arqueológico**, que parece que guarda relación con la representación cosmogónica de los griegos ya citada.

Quizá se entienda que esto no hace referencia directa al tema que sirve de base a este trabajo, pero en este punto aún cuanto no entre directamente a constituir el objeto de este **Proyecto Fin de Carrera**, puede aceptarse como dato que permite juzgar de la cultura geográfica y de los medios y procedimientos empleados por los escritores de la **Península Ibérica**, habiéndonos inspirado para ello en trabajos análogos realizados en Italia, donde parece que pretenden unir indudablemente, en las investigaciones y en los trabajos de exposición y de difusión de la cultura, las obras que hagan referencia a su cultura geográfica.

2.4. LA CARTOGRAFIA EN EUROPA DURANTE LA EDAD MEDIA.

El estado de la cartografía europea durante la **Edad Media** es un asunto que vamos a tratar ligeramente para poder compararlo con la **cartografía española**.

Hasta el siglo X, no existen en realidad mapas, siendo solo esbozos de **Asia, Europa, y Africa**, separados por líneas rectas dentro de un círculo que representa el mundo⁴⁸. Es el tipo **isidoriano** en su forma más antigua y sencilla, siendo en realidad excepciones los mapas de **Orosio**,

⁴⁸ Mirar el mapa de Strasburgo.

muy superiores a todos por el detalle y por la ejecución, a pesar de estar construido en el siglo octavo. En el siglo IX hay uno interesante de **Cosmas**, según **Montfaucon**, más a juzgar por el facsímil del mismo debe de existir un error de apreciación y ser de época posterior; la perspectiva y dibujo de la montaña no son del siglo IX tal como se afirma.

En el siglo X, y mientras nosotros podemos ostentar los magníficos ejemplares de **San Beato de Liébana**, correspondientes a **Valcavado**, y **Gerona**, los extranjeros utilizan los **isidorianos** o los de **Orosio**, de los cuales existen modelos en Francia, Inglaterra e Italia, distinguiéndose únicamente el mapa de la **Biblioteca Cottoniana**, incomparablemente inferior a los nuestros.

En el siglo XI sucede algo similar en términos tales que solo figuran como trabajo de interés el mapa existente en la **Biblioteca de Dijon** y el de **Saint-Omer**, construido aquel en el año 1064, mapa español, que corresponde al manuscrito de la obra de "**Astronomía de San Isidoro**"⁴⁹.

El mapa-mundi de Strasburgo es un tripartito elemental sin valor alguno; es solo un esquema de la división de la tierra en **Asia, Africa, y Europa**, lo mismo que el mapa de **Saint-Omer** (siglo undécimo) y el de **Honorato de Autum** (siglo XII), más el manuscrito **anglosajón** del siglo X o XI,

49

Mirar Santarém, tomo segundo, páginas 89 y siguientes.

que existe en el **Museo Británico**, procedente de la **Biblioteca Cottoniana** (Jomard le coloca en el siglo XIII), ofrece verdadero interés. En él figuran las dos columnas de **Hércules a la entrada del Mar Mediterráneo en el Estrecho de Gibraltar**, conservándose, por tanto, la tradición del mito griego⁵⁰; España y Portugal tienen una figura triangular, con la base sobre el **Mar Mediterráneo**, leyéndose hacia el Oeste **Hispania**; al Norte a corta distancia del **Cabo Finisterre**, **Brigantia**, y más allá de Asturias está escrito el nombre de **Barcinianus**, el cual corresponde al de Barcelona, desfigurado y añadido.

La disposición general del mapa es análoga a la del mapa que acompaña a la obra de **Orosio en Alby**. Esto es, rectangular y con el eje mayor dirigido de Este hacia el Oeste, los dos senos formados por los **Mares Adriático y Negro**, y el **Golfo de Lyon**, existen en uno y en otro; el **Mar Caspio** en comunicación con el **Océano**, también se corresponde, y toda esta serie de coincidencias, hasta ahora no señaladas, juntamente con otras expuestas ya, nos lleva a afirmar que el mapa **anglo-sajón** del siglo décimo se elaboró en tiempo de **Alfredo el Grande**, para servir de ilustración en los textos de la **Historia contra paganos**, y no para servir de acompañamiento la obra **Periegesis de Prisciano**, con lo cual está sin embargo encuadrado⁵¹, porque en efecto, como se

50

Las características de mitología griega se centran en el Mar y las Leyendas Marinas, los cuales ocupan un gran lugar en ella. Esto no es de extrañar dado el carácter tan sumamente marino de aquel pueblo. La "Odisea", tiene como trasfondo el constante rumor del mar, y difícil sería hallar un solo mito helénico, en el que no se escuchase, próximo o lejano el canto de las olas.

51

Santarém, página número 47, tomo segundo.

hace constar por parte del **Vizconde de Santarém** ver **ilustraciones 23 y 24, Orosio**, y no **Prisciano** da una forma triangular a España, y coloca en el segundo de sus ángulos a **Brigantia**, que tampoco es mencionada por **Prisciano**; y no solo en lo relativo a España, sino también en la descripción general del mundo hay tal concordancia, salvo los conocimientos aportados respecto de los pueblos del Norte, por **Other**, y **Wulfstan**, es imposible la duda. Tratándose por tanto de un mapa que de cuando menos se inspiró en una obra española aunque acaso no podrá presumirse que es una copia ligeramente retocada de un mapa español. Las coincidencias apuntadas con respecto al mapa de **Alby**, permiten sospecharlo, así como el examen del dibujo nos induce a afirmar que es una obra del siglo undécimo, y no contemporáneo de la traducción hecha por **Alfredo el Grande**, dando la razón al **Vizconde de Santarem**, que lo tiene calificado como del siglo undécimo, sin duda por lo movido de las costas, lo perfilado de los montes y por la esmerada representación gráfica de las ciudades, hecha mediante muros, torres y castillos, que indudablemente no se hicieron en el siglo X. Pero hay otro mapa del siglo citado que es probablemente el que acompañó a la obra de **Alfredo y de Orosio**.

Este mapa ha sido reproducido por **Jomar**, tomándolo de **Playfair**, y es tal la semejanza que guarda con el mapa de **Alby**, que la duda que pueda existir desaparece. En su aspecto y disposición general coincide en ser alargado de Oeste hacia el Este, en tener el **Mar Mediterráneo** una gran

longitud con relación a la totalidad del mapa, pero sobre todo en la disposición de los países y en la representación de los mismos, manifestada por nombres separados por líneas sensiblemente rectas; esta es una manera de hacer esencialmente diferente de la de los mapas de San Beato en los siglos X, XI, y XII en España, aunque concordante con otros manuscritos españoles (códices vigiliano y emiliánense). La figura de España difiere de los demás mapas y la isla de Cádiz tiene un tamaño extraordinario.

Del siglo XII son también otros interesantes mapas, los de **Guido** ver ilustración 25, los cuales existen en Bruselas y proceden de la **Biblioteca de los Duques de Borgoña**.

Corresponden estos mapas a la serie que podemos denominar poligonales, por existir una tendencia muy marcada a dibujar los países por medio de triángulo y cuadriláteros o pentágonos, y la configuración de las costas y fronteras más parece responder a exigencias del dibujo que a necesidades geográficas, notándose el cambio de la línea recta por la línea curva, la cual es mucho más graciosa y artística en el mapa de Europa que también lo reproduce. España, con otros varios países rodean una circunferencia y en el círculo interior se leen las palabras **Narbona, Rodanus, y Ancona**, en el de Europa; y **Narbona** solamente puede leerse en el mapa-mundi.

Gades está muy fuera del lugar en aquel, y en este no aparece, figurando en cambio las Islas Baleares.

Del siglo XII se citan como notables los mapas de **Lambertus**, **Floridus**, el mapa de **Guido**, así como la **Biblioteca de Leipzig**, siendo los dos primeros monumentos geográficos de gran valía para señalar el progreso de la ciencia cartográfica, que había ido evolucionando en España desde el disco partido **isidoriano** al mapa-mundi del mismo autor: aquellos con algunos ríos y mares y el dibujo del **Paraíso**; y los de **San Isidoro** mucho mayores con pueblos, ríos, montes e islas, animales y plantas, indicaciones de la naturaleza arenosa y desierta del suelo e indicaciones del clima, distinguiendo tan solo una ciudad. Siendo dicha ciudad la Santa Jerusalén, por una inicial adornada (**Valcavado, 970**), o por un templo (1047). En este siglo (XI), y pocos años después ya la representación de las ciudades por edificios se extiende y se generaliza (mapa de **San Sever, 1047-1072**).

A Europa, el progreso cartográfico de España llega muy desigualmente, así vemos que en el libro de **Guido** (Bruselas, 1119) una mapa-mundi en que se atiende más al dibujo que a la verdad, porque esta les era desconocida, y fingen costas perfectamente rectas y países separados por líneas regulares, y faltan los montes y los pueblos, excepto Roma, la capital del mundo cristiano. Al libro **Florido** de

Lamberto (1120), pueden aplicársele también muchas de las apreciaciones consignadas, pero las montañas encuentran en él representación, y pequeños edificios, con sus sencillos atrios, dan idea de la situación de las poblaciones. Comparados con los de **San Beato de Liebana** la inferioridad geográfica es manifiesta, en cambio parece como que se nota una tendencia a hacer los mapas agradables a la vista, algún sentimiento artístico del que carecen los mapas españoles, más atentos a la verdad que a la belleza. En ambos la figura de España no puede ser más caprichosa.

El de **Leipzig**, que clasifican de muy distinto modo **Jomard** y **Santarém**, pues le asignan como fecha aproximada los siglos X y XII, respectivamente, y que para nosotros es indiscutiblemente de este último, atendiendo al dibujo del edificio que representa Roma, recuerda perfectamente los mapas primeros de **San Beato de Liebana**, por sus líneas regulares, la disposición general de la costa y el dibujo de las aguas.

Pero el libro que corresponde el mapa de **Lamberto**, y que existe en la **Universidad de Gante**, contiene nombres de pueblos citados por **Etico** y **Orosio**, por lo cual surge la duda de a qué obra corresponde, más como en el folio 28 cita a **Orosio** y el nombre de **Etico** no aparece por parte alguna, es indudable que debe incluirse como correspondiendo a la obra del sacerdote español.

En el siglo XIII perdemos la primacia cartográfica. Ya apenas se reproducen los magníficos mapas de **San Beato de Liebana**, y otros pueblos en cambio se anticipan, se adelantan, mejoran y perfeccionan las representaciones gráficas del mundo. Más para avanzar necesitan un punto de apoyo, ese punto es la cultura acumulada y afianzada por los españoles.

Tal sucede con el grandioso mapa de **Roberto Haldingham** conservado en **Hereford** ver **ilustración 26**, mapa de colosales dimensiones y de excelente dibujo, obra artística y geográfica que supera a todas las anteriores.

En él, España posee una figura triangular como en los de **San Beato de Liébana**, aún cuando con mayor desarrollo de costas en el **Atlántico** que en el **Mediterráneo**. Una cadena de montañas la separa del continente, y en esta serie de montes se destaca una sierra altísima cuyo dibujo es igual a los de **San Beato de Liébana**, reproduciéndose también en otra próxima al **Betis**. El trazado de los ríos es igual al de **San Sever**, más las poblaciones toman formas más variadas y quizás simbólicas, pues se distinguen tipos de ciudades cilíndricas con puertas en la parte inferior de los muros y con almenas en el coronamiento, otras con templos unidos a elevadas torres, como **Tortosa**; el templo de **Santiago** está dibujado en **perspectiva** interior y Pamplona remata en una cúpula o media naranja.

Parecido a este, es el manuscrito real **códice catorce del Museo Británico y del siglo XIII**, pero de menores dimensiones y detalles; y mucho más deforme y erróneo que el de **San Dionis** (siglo XIV), muestra a **Britania e Ibernia**, como dos islas, pero encerradas en la línea circular del mapa: en estos dos hay también edificios en el lugar de algunas ciudades.

Da comienzo posteriormente el renacimiento clásico, y con las obras de **Ptolomeo**, aparecen los mapas de que hemos hecho mención anteriormente, y como el número considerable de ciudades cuyas coordenadas se conocían eran muy considerable se impuso (y quizá también por tradición en los modelos de este trabajo) la representación por puntos o por círculos, que ocupaban un menor espacio y ofrecían facilidad para el dibujo de los mapas.

En mapas particulares, el adorno y el dibujo, en cambio progresaban en modo notable y así por ejemplo podemos citar como modelos de **mapas itinerarios de la Edad Media** el de la perigrinación de Londres a Jerusalén, un mapa militar de las conquistas de la **República de Venecia** en tierra firme, en los cuales ya se dibujaban los caminos con líneas paralelas, las ciudades, castillos y puentes en colores, y su esmerado dibujo muestra indudablemente rasgos distintivos propios de cada ciudad. Así mismo en otras ocasiones señalan las distancias poniendo la indicación de

M. Diez (millas diez), y dibujando con arreglo a escala.

CAPITULO III

IMPORTANCIA DE LA CARTOGRAFIA ARABE

Y SUS ADELANTOS EN ASTRONOMIA

3.1. LA ASTRONOMIA ARABE EN ORIENTE.

El desarrollo de la Ciencia árabe empieza de hecho bajo el reinado del **califa al-Mansur** (754-775), que inicia en Bagdad una intensa actividad científica. Conocían la Astronomía hindú, pero estaban especialmente interesados por la ciencia griega, por lo que solicitaron del Emperador de Bizancio el envío de obras originales, política que es seguida por uno de sus descendientes, **al-Ma'mun**.

Al-Mansur mandó traducir al árabe, entre otras, una importantísima colección hindú de obras sobre Astronomía, los **Sind Hind**, por **Ibrahim al-Fazari**. Alrededor del año 800 se tradujo otra obra, **Aryabhatyya**, que contenía tablas de movimientos planetarios, y más tarde otras muchas de origen persa o griego.

Esta creciente actividad científica tuvo su máximo esplendor bajo el gobierno de **al-Ma'mun** (786-833), quien creó en Bagdad la **Casa de la Sabiduría**, en la que reunió numerosos científicos, incluidos extranjeros, creando bibliotecas, sendos observatorios en Bagdad y Damasco, y donde se tradujeron al árabe numerosas obras científicas, hindúes, persas, sirias y griegas. **Ishaq ibn Hunayn** tradujo la obra "**Sintaxis Matemática**" de **Ptolomeo**, a cuya traducción dio el nombre de **Al-Magesto**.

Los árabes, como herederos de la Ciencia griega, aceptaron sin discusión su sistema del Mundo, apoyándose fundamentalmente en la autoridad de **Aristóteles**, cuyas enseñanzas fueron generalmente admitidas ver **ilustración 27**, y en las obras de **Ptolomeo**, la **Sintaxis Matemática**, primero, y más tarde, en España, la **Hipótesis de los Planetas**.

Aceptaron la explicación del movimiento de los planetas a base de combinaciones de movimientos circulares y uniformes, admitiendo la existencia de la esfera celeste, constituida, de acuerdo con **Aristóteles**, por una sustancia distinta de las cuatro conocidas en el mundo sublunar. Pero así como **Aristóteles** consideraba que los planetas estaban embutidos en su esfera respectiva, inmóviles en ellas, y girando, con ellas, algunos filósofos árabes quisieron adaptar el sistema a lo dicho en el Corán, afirmando que los astros se movían entre las esferas como el pez en el agua.

Veamos cómo fueron interpretando o modificando el sistema del mundo a partir de la obra de **Ptolomeo**.

Una figura de primera fila en la ciencia árabe fue **Tabit ibn Qurra** (834 a 901). Nacido en Harran, estudió matemáticas y filosofía en Bagdad, donde más tarde

fijó su residencia, destacando como médico, como astrónomo y como traductor, habiendo traducido obras de **Apolonio, Arquímedes, Euclides y Aristóteles.**

Sin duda su aportación más importante al desarrollo de la Astronomía fue su **teoría sobre la Trepidación**, que trata de dar una explicación al movimiento de los equinoccios resucitando ideas de los antiguos astrónomos indios y caldeos ya rechazadas por **Teón de Alejandría** en la segunda mitad del siglo IV⁵²

Ptolomeo en el **Al-Magesto**, siguiendo a **Hiparco**, supone que la esfera de las estrellas fijas tiene un movimiento de occidente a oriente alrededor del eje de la eclíptica, girando un grado en cien años, de forma que en 36.000 años completará una revolución. Este movimiento de precisión fue generalmente admitido por los astrónomos griegos y por los árabes anteriores al siglo IX, pero en lo que no había unanimidad era en su carácter secular, pues algunos lo consideraban como una variación de carácter periódico. Uno de los que no se conformó con la explicación de **Hiparco** y **Ptolomeo** fue **Ibn Qurra**, quien, utilizando todas las observaciones de precisión de que disponía, expuso una nueva explicación. Considerada los doce signos del zodiaco fijos en la novena esfera o firmamento ocupando una zona, alrededor de un círculo máximo inclinado $23^{\circ} 33'$ con el ecuador. Por debajo de esta novena esfera está la de las

⁵²

P. DUHEM: Le Système du Monde. Tomo II (París, 1974), pág. 193.

estrellas fijas, la octava esfera, y en ella las estrellas que formaban las doce constelaciones que se corresponden con los signos del zodiaco de la novena esfera. Pero las doce constelaciones de la octava esfera se mueven con relación a los signos de la novena, de forma que la cabeza de **Aries** en la octava esfera describe un círculo menor cuyo diámetro es de $8^{\circ} 37' 26''$ y cuyo centro coincide con la dirección de la cabeza de **Aries** en la novena esfera. Este movimiento tiene lugar en el sentido que se mueven las agujas del reloj y con una velocidad de $1^{\circ} 1' 59''$ en doce años. Análogo movimiento tiene la cabeza de **Libra** en la octava esfera, con relación al **Libra** fijo de la novena. Por el contrario, las constelaciones **Cáncer** y **Capricornio** permanecen siempre en la eclíptica fija de la novena esfera, sobre la que se mueven, avanzando y retrocediendo alternativamente impulsadas por los movimientos de **Aries** y **Libra**. Esto lleva consigo una variación de la oblicuidad de la eclíptica⁵³.

Este movimiento, conocido generalmente con el nombre de **Trepidación**, lo fue por **Ibn Qurra** como de avance y retroceso. Fue también conocido en Europa como **movimiento de la octava esfera en contraposición con el movimiento de la novena correspondiente a la precisión de Ptolomeo**.

Avicena (**Ibn Sina**, 980-1037) admite la existencia real de las esferas de **Aristóteles**, como seres vivos, dotados de un alma que les permite moverse por su

53

O. NEUGEBAUER: On the motion of the eighth sphere. "Por. Philosophical Society", 106, 3 (1962).

propia voluntad. Todos los seres creados proceden del flujo creador según un orden y una jerarquía. De Dios, directamente e indirectamente, sólo puede salir un solo ser; este ser que procede de Dios no tiene materia y es una inteligencia pura. A partir de esta inteligencia se van produciendo los seres ... De este modo se producen diez esferas con diez almas motoras y diez inteligencias; éstas son:

1ª. La esfera de las estrellas más lejanas.

2ª. La esfera de las estrellas fijas.

3ª. La esfera de **Saturno**.

4ª. La esfera de **Júpiter**.

5ª. La esfera de **Marte**.

6ª. La esfera del **Sol**.

7ª. La esfera de **Venus**.

8ª. La esfera de **Mercurio**.

9ª. La esfera de la **Luna**.

10ª. El **mundo sublunar**. La décima inteligencia es el intelecto Agente que no engendra ningún cuerpo celeste,

sino que rige y gobierna el mundo sublunar que es diferente del celeste⁵⁴.

Avicena sitúa las estrellas en dos esferas distintas. Esta opinión de **Avicena** fue comentada por **Fajr al-Din al-Razi**, quien dice:

"Es imposible afirmar la unidad de la esfera del movimiento diurno. Es posible que se trate de múltiples esferas cuyos movimientos difieren en una cantidad mínima que no pueden determinarse en el curso de nuestra vida⁵⁵."

En cuanto a los movimientos de los astros en estas esferas admite **Avicena** tres posibilidades: que estén fijas las esferas, y los astros se muevan sobre ellas, o una combinación de ambos movimientos.

La obra de **Avicena** influyó poderosamente en las opiniones de los astrónomos posteriores, en especial entre hispano-árabes.

Otra aportación interesante al estudio del sistema del mundo fue la del astrónomo árabe **Alhacén (Ibn al-Haytam, 964-1039)**, que nos dejó, entre otras, dos obras

⁵⁴ M. CRUZ HERNANDEZ: Filosofía Hispano-Musulmana (Madrid, 1957). Tomo I, 138.

⁵⁵ J. VERNET: Astrología y Astronomía en el Renacimiento (Barcelona, 1974), 49.

tituladas "Resumen de Astronomía" y "La forma del Universo", en las que se sigue a Ptolomeo en su Hipótesis de los Planetas.

Para Alhacén, la Tierra, esférica e inmóvil, está situada en el centro del universo rodeada del agua, el aire y el fuego. De estos cuatro elementos, dos son pesados (la tierra y el agua) y se mueven de arriba a abajo; otros dos (aire y fuego) son ligeros y se mueven de abajo arriba. Fuera de la esfera del fuego y hasta el límite del Universo existe una quinta substancia que no es ni pesada ni ligera, y cuya cualidad característica es el movimiento circular y eterno, y de la que están constituidos todos los astros. Y este mundo a su vez está limitado por otra esfera, la esfera suprema, que contiene todo lo que existe, pero que, en sí misma, no contiene ningún astro. Inmediatamente debajo de esta esfera suprema está la esfera de las estrellas fijas que gira alrededor del eje del mundo, de oriente a occidente, arrastrando en este movimiento a las esferas de los demás astros.

Entre la esfera de fuego y la de las estrellas fijas están situadas las esferas de los distintos planetas, empezando por la esfera de la Luna, y a continuación las esferas de Mercurio, Venus, el sol, Marte, Júpiter y Saturno. Cada una de estas esferas materiales es, en realidad, una capa limitada por sendas superficies esféricas concéntricas, de forma que no queda espacio vacío

en el Universo, y se mantiene la condición impuesta por **Ptolomeo**: la máxima distancia de un planeta a la Tierra coincide con la mínima distancia del planeta siguiente.

La esfera de las estrellas fijas gira alrededor de un eje, el eje de la eclíptica, que es el eje del círculo de los signos que recorre el Sol, con una velocidad de un grado por siglo, de occidente a oriente, según el orden de los signos. Este movimiento de la esfera de las estrellas fijas es la precisión de acuerdo con el valor dado por **Ptolomeo**.

A todas las esferas les es transmitido el movimiento, de oriente a occidente, del orbe supremo. Dentro de cada uno de estos orbes o esferas existe una esfera excéntrica, limitada por dos superficies esféricas excéntricas tangentes a las que limita el orbe del planeta. Esta esfera excéntrica, llamada esfera deferente, gira alrededor de un eje inclinado con relación al de la eclíptica, en el sentido de los signos, con un período de un año trópico. Esta rotación es uniforme vista desde el punto ecuante situado en la líneas de los ápsides, de forma que la distancia del centro de la Tierra al centro de la esfera excéntrica sea igual a la distancia de este centro al ecuante.

En el interior de la esfera excéntrica y tangente a las superficies que la limitan, existe una nueva

esfera llamada **epiciclo**, que gira alrededor de un eje, con un período que es precisamente el de la revolución sinódica del planeta, el cual está incrustado en el ecuador de dicha esfera y de la esfera del orbe correspondiente, incluidos el movimiento diurno y el de precisión.

Estos sistemas sirven para explicar los movimientos de los planetas **Venus, Marte, Júpiter y Saturno**. El movimiento más sencillo es el del Sol, que no necesita del epiciclo. El Sol queda directamente encajado entre las dos superficies esféricas que definen la esfera excéntrica o deferente.

Algo más complicado resulta el sistema para la Luna, a causa de sus numerosas perturbaciones, lo que obliga a una solución en parte parecida a la de **Mercurio**, pero añadiendo una nueva esfera exterior, concéntrica con la Tierra, con un movimiento retrógrado que permite explicar el de los nodos de la órbita lunar con un período de 18,6 años.

Por último, un movimiento más complicado, como ya lo fue en el sistema de **Ptolomeo**, es el de **Mercurio**. Dentro de la esfera de mercurio considera dos esferas excéntricas. La primera es la **al-Falak al-mudir**, esfera gigante, y la esfera segunda, la **al-Fakak al-hamil** incrustada dentro de la primera es la esfera deferente. Dentro de esta última queda la esfera **epiciclo**, en cuyo ecuador está el planeta **Mercurio**.

En el siglo XI se inicia la decadencia de la Astronomía y, en general, de toda la ciencia árabe en el Oriente Medio motivada por las invasiones de los turcos.

La decadencia de esta ciencia árabe en oriente coincide con el nacimiento de un importante movimiento científico en España, donde, a partir del siglo IX se inicia en **al-Andalus**, concretamente alrededor del califato de Córdoba, un floreciente desarrollo de la Ciencia.

3.2. LA ASTRONOMIA EN AL-ANDALUS

Establecido el Emirato de los Omeyas en Córdoba, se inicia la época de florecimiento de esta ciudad en el orden político y militar y también en el orden científico, con lo que, bajo **Abderramán III** y **al-Hakam II** el centro de gravedad de la cultura árabe pasa de Bagdad a Córdoba.

Al mismo tiempo, el Islam ha ido imponiendo no sólo su religión, sino además, el árabe como idioma científico, y a esta imposición sí que tuvieron todos que someterse: cristianos y judíos. El investigador **A. Mieli**, al estudiar esta cuestión,⁵⁶ afirma que con el tiempo se fue

⁵⁶ A. MIELI: El Mundo Islámico (Buenos Aires, 1952), 128.

produciendo una mezcla de razas, con lo que al cabo de pocas generaciones, la clase dominante, por el aporte de las mujeres ibéricas ... era un 90 por ciento latina, y, si oficialmente hablaba y literalmente empleaba el árabe, ordinariamente hacía uso de un dialecto latino predecesor del moderno castellano.

Un filósofo hispano-árabe que tocó el tema de la creación y la constitución del Universo fue **Ibn al-Sid al-Batalyusi** (1052-1127), nacido en Badajoz y muerto en Valencia, cuya obra principal fue el **Libro de los cercos**, traducida y publicada por **Asín Palacios**⁵⁷.

Para **Ibn al-Sid**, Dios es la Causa Primera de la que emana toda la creación. Pero dentro de los seres existe una jerarquía, de forma que los seres más próximos a Dios dan el ser a los más alejados. Así de Dios emana directamente la inteligencia de la primera de las esferas celestes, desprovista de materia. Esta primera inteligencia da el ser a la de la segunda de las esferas, ésta a la de la tercera y así, sucesivamente, hasta llegar a la inteligencia de la novena esfera celeste, que, a su vez, da el ser a la inteligencia encargada de regir el mundo sublunar y en particular la inteligencia humana. Así recibe su ser el alma de cada uno de los hombres, que como las diez primeras inteligencias es inmaterial, pero pierde parte de sus posibilidades por estar obligada a residir en un cuerpo

⁵⁷

M. ASIN PALACIOS: "Libro de los Cercos". "Al-Andalus", 40 (1940), 45-154.

material.

La materia puede pertenecer a una de las dos clases diferentes: la materia del **mundo celeste** que posee una forma inmutable, y la materia del **mundo sublunar**, que es cambiante y, por lo tanto, más imperfecta que la materia de los cuerpos celestes.

Las esferas celestes, en movimiento, dan su forma a la materia sublunar, primero la forma elemental: tierra, agua, aire y fuego; en segundo lugar, como adición de formas elementales aparece la forma mineral; de las formas elementales y mineral surge la forma vegetal; previa la aparición de las formas elemental, mineral, vegetal y animal aparece la forma humana, la más perfecta de las formas en el mundo sublunar y que mediante un puro acto intelectual puede llegar a alcanzar la perfección de la décima esfera.

Azarquiel (1029-1100), nacido en Toledo, ha sido considerado como uno de los primeros astrónomos españoles de estos siglos. Su obra ha sido estudiada por **Millás Vallicrosa**⁵⁸, quien reproduce una serie de opiniones de autores de la época sobre la obra de **Azarquiel**. Así el historiador toledano **Ibn Sa'id** le considera⁵⁹ como el más sabio de todos en la ciencia de los movimientos de los astros

⁵⁸ J.M. MILLAS VALLICROSA: Estudios sobre Azarquiel (Madrid-Granada, 1950).

⁵⁹ Cf. J.M. MILLAS VALLICROSA: Estudios sobre Azarquiel, pág. 3.

y de la constitución de las esferas y el más eminente entre la gente de nuestro tiempo en las observaciones astronómicas y en la ciencia de la estructura de las esferas y en el cálculo de sus movimientos, y el más sabio de todos ellos en la ciencia de las tablas astronómicas y en la invención de instrumentos para la observación de los astros.

Una obra de **Azarquiel**, el Tratado sobre el movimiento de las estrellas fijas, se conserva en un manuscrito de la **Biblioteca Nacional de París**, y ha sido igualmente estudiado y traducido por **Millás**⁶⁰.

En ella estudió el movimiento de precesión de los equinoccios, que fijó en 46'' por año, muy próximo al hoy admitido, y el de la oblicuidad de la eclíptica que hace variar entre 23° 33' y 23° 53'. Para explicar las variaciones en la precesión y en la oblicuidad de la eclíptica recurre a un sistema de acceso y retroceso análogo a la **trepidación de Ibn Qurra**.

Esta teoría de la trepidación de **Azarquiel** fue rechazada posteriormente por **Averroes** y aceptada por **Alpetragio**, por el astrónomo marroquí **Abu-l-Hasan 'Ali** (fl. 1260) y por numerosos astrónomos árabes, judíos y cristianos españoles. **Duhem**⁶¹, siguiendo a **Juan Hispañensis** y a **Pedro**

⁶⁰ J.M. MILLAS VALLICROSA: El liber de motu octava sphere. "Al-Andalus", 5 (1943).

⁶¹ DUHEM: Le Syst. du Monde, II pág. 246.

de Abano, atribuye a Azarquiel el descubrimiento de la trepidación y la paternidad de *liber de motu octavae sphaerae* generalmente asignado a Ibn Qurra.

Por el contrario, Millás⁶² se opone a esta teoría y afirma que, en contra de la opinión de Duhem, Azarquiel no es el autor del *liber de motu octavae sphaerae*.

Por encargo del rey de Toledo al-Ma'mun preparó Azarquiel las *Tablas Toledanas* llamadas así por estar referidas al meridiano de esta ciudad. Para su formación utilizó, según Ibn Jaldun, entre otras, observaciones efectuadas en Sicilia⁶³ por un judío muy versado en la astronomía y en las matemáticas, el cual se ocupaba en hacer observaciones astronómicas y comunicaba a Ibn Ishaq (Azarquiel) los resultados exactos que él obtenía, relativos a los movimientos de los astros y cuestiones derivadas.

Duhem⁶⁴ niega que estas *Tablas Toledanas* fueran de Azarquiel, atribuyéndolas a un grupo de árabes y judíos que las prepararon por iniciativa de Ibn Sa'id, siendo Azarquiel el autor de muchas observaciones utilizadas por aquéllos.

⁶² J.M. MILLAS VALLICROSA: Estudios sobre Azarquiel, pág. 487.

⁶³ J.M. MILLAS VALLICROSA: Estudios sobre Azarquiel, pág. 14.

⁶⁴ DUHEM: *Le Systeme. du Monde*, II, pág. 249.

Millas⁶⁵ adopta una posición intermedia diciendo parece lo más verosímil, y está además corroborado por el testimonio de autores medievales de autoridad, que el cálculo de las **Tablas Toledanas** no sería la obra exclusiva de **Azarquiel**, sino más bien de todo el grupo de observadores reunidos en torno del **cadí Sa'id**. De esta manera no nos extrañará ver en las **Tablas y Canones Toledanos** incorporada la teoría del acceso y retroceso, y fue precisamente merced a las **Tablas Toledanas** que esta teoría influyó poderosamente en la astronomía europea medieval.

El texto original árabe de estas **Tablas Toledanas** se ha perdido, pero se conservan diversas versiones latinas, de ellas, dos en la **Biblioteca Nacional** y otra en la de **El Escorial**.

Los astrónomos árabes de los siglos IX, X, y XI trataron de desarrollar y dar contenido físico al sistema propuesto por **Ptolomeo**, apoyándose primero en el **Almagesto**, que fue sin duda la obra fundamental del astrónomo griego, y más tarde, con **Alhacén** en la **Hipótesis de los planetas**, cuya obra, como ya hemos indicado, fue ampliamente desarrollada más tarde por los astrónomos árabes, judíos y cristianos en España.

Este sistema de **Ptolomeo**, de deferentes

⁶⁵ J.M. MILLAS VALLICROSA: Estudios sobre Azarquiel, pág. 34.

epiciclos, circunferencias o esferas, permitía calcular posiciones para los distintos planetas en coincidencia con las observaciones. Pero resultaba imposible para los astrónomos, y aún más para los filósofos en la España árabe el admitir la existencia real de esa serie de movimientos circulares alrededor de puntos en los que nada existía. Así **Avempace (Ibn Bayya)**, nacido en Zaragoza (1106-1138), considera que la existencia del epiciclo es inadmisibles. Y **Maimónides** nos da las razones por las que **Avempace** se oponía a este Sistema: Establecer un epiciclo que gire sobre cierta esfera sin girar alrededor del centro de esta esfera que lo soporta, como se ha supuesto para la Luna y los cinco planetas, he aquí cosa de la que se seguiría que hay rodamiento, es decir, que el epiciclo rueda y cambia enteramente de lugar, cosa que se ha querido evitar, el que exista algo en el cielo que cambie de lugar, Por otra parte, existiría un movimiento de revolución alrededor de un centro que no sería el centro del mundo; y, sin embargo, es un principio fundamental de todo el Universo que los movimientos posibles son tres: un movimiento a partir del centro, otro en dirección al centro y un tercero alrededor del centro. Pero si existiera un **epiciclo**, su movimiento no sería ni centrífugo ni centrípeto, ni alrededor del centro. Y por último, es uno de los principios planteados por **Aristóteles**, que es necesario un punto fijo alrededor del cual tenga lugar el movimiento; y ésta es la razón por la cual es necesario que la Tierra esté fija; pero si existiera el epiciclo se tendría un movimiento circular alrededor de un centro en el

que no habría ningún cuerpo fijo.

Otro astrónomo de esta época es el sevillano **Yabir (Geber) Ben Aflah**, cuya obra principal el "**Islah Almayisti**" es, fundamentalmente, una crítica al **Al-Magesto** de **Ptolomeo**, del que dice en el preámbulo que es difícil de leer, dando una lista de errores encontrados, en especial en lo que se refiere al cálculo de eclipses, y en la determinación de las distancias de los planetas, cuya ordenación va a rectificar, situando a **Mercurio** y **Venus** por encima del **Sol**.

En algunas ocasiones la crítica de **Geber** es demasiado dura, como cuando atribuye los errores de **Ptolomeo** a su debilidad y a su ignorancia en geometría. Por el contrario, en otras ocasiones achaca las dificultades en la lectura del **Al-Magesto** a errores cometidos en la traducción, pues dice:

"Es posible que el traductor no comprendió lo que Ptolomeo quería decir, y alteró el texto, de forma que quedó modificado el significado⁶⁶".

En el libro VII trata del orden de los planetas, que **Ptolomeo** había dividido en dos grupos, **Mercurio** y **Venus**, cuyas elongaciones quedaban dentro de ciertos

⁶⁶ R.P. LORCH: The Astronomy of Jabir. Centaurus (1975), v. 19, 97.

límites, los situaba entre la **Luna** y el **Sol**, quedando los demás más allá de éste y pudiendo alcanzar sus elongaciones cualquier valor. Por otra parte, **Ptolomeo** había dado como valor máximo de la paralaje solar el de 2' 51'', mientras que **Mercurio y Venus**, decía, no presentaban paralaje sensible. Si esto es así, evidentemente **Mercurio y Venus** han de estar más lejos que el **Sol**. Esto lleva a **Geber** a criticar despectivamente a **Ptolomeo**:

"Me siento perplejo ante esta falta de consistencia y ante este error, que él -Ptolomeo- no notó".

Si según **Ptolomeo**, **Mercurio y Venus** no tienen paralaje sensible y el **Sol** sí la tiene, ¿cómo pueden aquéllos estar por debajo del **Sol**? Por otra parte, dice **Geber**, si fuera natural que el **Sol** debiera separar los planetas que tienen elongaciones limitadas (**Mercurio y Venus**) de los que no las tienen, la **Luna** debería estar con los planetas exteriores, pues ni éstos ni aquéllos tienen límite en el valor de sus respectivas elongaciones.

Otro astrónomo médico y filósofo hispano-árabe, nacido en Guadix, fue **Abu Bakr Ibn Tufayl** (1110-1185). Estudió a **Ptolomeo** y a **Avempace**, y se opuso al sistema del primero, negando la posibilidad de los movimientos, tanto en órbitas circulares excéntricas, como en el sistema de epiciclos y deferentes. Conocemos sus ideas por las

referencias que a él hace **Averroes** en el libro XIII de su comentario sobre la Metafísica, en el que se lee **Ibn Tufayl** poseía sobre esta materia excelentes teorías de las que se podría sacar gran provecho⁶⁷. También **Maimónides** se refiere a estas teorías de **Ibn Tufayl**⁶⁸:

"He oído decir que Abu Bakr decía haber encontrado un sistema astronómico sin epiciclos, sino solamente con esferas excéntricas, sin embargo no he oído esto a sus discípulos. Pero aun cuando lo hubiera conseguido no habría ganado gran cosa, pues, en la hipótesis de la excéntrica, se separa igualmente de los principios planteados por Aristóteles, a los cuales no puede añadirse nada".

Por último, **Alpetragio**, discípulo de **Ibn Tufayl**, nos dice en su **Teoría de los planetas**⁶⁹, que **Ibn Tufayl** había encontrado una teoría nueva sobre los planetas. Que deducía sus movimientos de principios distintos de los de **Ptolomeo**, el cual rechazaba toda excéntrica y todo **epiciclo**. Con este sistema todos los movimientos celestes se verifican y no resulta nada falso.

⁶⁷ DUHEM: II, pág. 132.

⁶⁸ DUHEM: II, pág. 132.

⁶⁹ DUHEM: II, pág. 132.

Averroes (Ibn Rusd, 1120-1198), según Vernet⁷⁰, es probablemente el español que más ha influido en el pensamiento humano.

Entusiasta admirador de Aristóteles, lo más importante que nos ha dejado, y por lo que fue ampliamente conocido en toda Europa a través de diversas traducciones, fueron sus Comentarios a la obra del filósofo griego.

Interesado por la Astronomía conoció las ideas expuestas por Avempace y por Ibn Tufayl sobre el sistema de Ptolomeo, y se sumó al movimiento iniciado por aquéllos. En su comentario sobre la Física de Aristóteles dice⁷¹:

"Ha fundado y acabado la Lógica, la Física y la Metafísica. digo que los ha fundado, porque todas las obras que han sido escritas antes de él sobre estas ciencias no vale la pena comentarlas, y han sido eclipsadas por sus propios escritos. Digo que las ha acabado porque ninguno de los que han seguido hasta nuestros tiempos -es decir- durante cerca de 1500 años, ha podido añadir nada a sus escritos, ni encontrar en ellos un error de alguna importancia".

⁷⁰ J. VERNET: Historia de la Ciencia Española (Madrid, 1975), 43.

⁷¹ DUHEN: II, pág. 133.

Dada esta admiración por la figura de **Aristóteles**, recuerda **Averroes** algunos de los principios expuestos en sus obras "**De Coleo**" y "**Metafísica**"⁷². Pretender que existan epiciclos y excéntricas es contradecir las leyes físicas. Es absolutamente imposible que haya epiciclos. Un cuerpo que se mueve circularmente, se mueve necesariamente de tal suerte que el centro del Universo sea el centro de su movimiento. Si el centro fuera de éste; haría falta entonces que existiera una segunda **Tierra**, y esto es imposible según los principios de la Física. Lo mismo puede decirse de la excéntrica cuya existencia admite **Ptolomeo**. Si los movimientos celestes admitieran varios centros habría varios cuerpos graves exteriores a esta **Tierra**. El cuerpo que se mueve circularmente, se mueve alrededor de un centro fijo y es necesario igualmente que ese centro sea la **Tierra**, puesto que es ella la que está inmóvil en el centro del mundo.

Averroes vuelve al sistema de esferas homocéntricas de **Eudoxio**, y de **Aristóteles**. Estas esferas giran por propia voluntad, con movimientos uniformes, cumpliendo así su misión de servir a Dios, de quien emana el movimiento de las esferas.

Considera muy poco probable la existencia de la novena esfera. Las esferas están justificadas únicamente como soporte de los astros y son tanto más nobles cuanto mayor sea el número de astros que soportan.

⁷² DUHEM: II, pág. 134.

Por otra parte, la esfera que provoca el movimiento de todas las restantes, ha de ser evidentemente la más noble, y como la esfera que transmite su movimiento a todas las interiores es la más externa, ésta no puede ser una esfera sin estrellas. No puede, pues, existir la novena esfera.

Del Primer principio deriva el motor de la octava esfera en la que están situadas las estrellas fijas. De este primer motor deriva el motor de la esfera de **Saturno**. De éste a su vez deriva el motor de los movimientos complementarios de **Saturno** y de las esferas de **Júpiter**. Y así, sucesivamente, hasta llegar a la esfera de la **Luna**.

En cuanto a estos movimientos de las esferas dice⁷³:

"El movimiento circular de las esferas no es un accidente de su sustancia, sino que su propio ser exige ese movimiento, por necesidad natural simple, y si surgiese el reposo no habría en ellas un simple cambio, sino que dejarían de ser".

Para explicar el movimiento de cada planeta necesita dos esferas, una girando de occidente a oriente, con movimiento uniforme, alrededor de un eje propio, distinto para cada planeta, y una segunda con el movimiento de oriente a occidente transmitido por el giro de la esfera de las

⁷³

M. CRUZ HERNANDEZ: Filosofía Hispano-Musulmana, pág. 149.

estrellas fijas, con lo que explica el movimiento diurno. El resultado de estos dos movimientos de rotación, en sentidos contrarios y alrededor de ejes distintos, es un movimiento aparente describiendo el planeta describiendo el planeta una línea lawlabi.

Con esta hipótesis consiguió explicar los movimientos alternativos directos y retrógados de los planetas, pero no las variaciones en sus distancias a la **Tierra**.

Por estos años vivió **Maimónides** (1135-1204), nacido en Córdoba, quien, aunque judío, fue discípulo de filósofos árabes. Nos ha dejado varias obras, entre ellas la más importante fue titulada "**Guía de los Extraviados**", en la que sigue las doctrinas de **Avicena**, coincidiendo en muchos puntos con **Averroes**. Trata de hacer compatibles las enseñanzas de **Aristóteles** con los dogmas judíos y musulmanes.

Maimónides considera que el conocimiento de los problemas del mundo supralunar no es accesible al hombre, que sólo puede conocer las cosas sublunares.

En cuanto al Universo, constituye una unidad en el que no puede existir vacío. El centro del Universo es la **Tierra**, rodeada por el agua, el aire y el fuego, y más allá el quinto elemento componiendo numerosas esferas contenidas unas dentro de otras, pero sin vacíos intermedios.

Todas estas esferas giran con movimientos uniformes, pero con velocidades distintas unas dentro de otras. Según el **Almagesto**, dice **Maimónides**, para dar cuenta de la regularidad de los movimientos, y para que la marcha de los astros esté de acuerdo con los fenómenos observados, es necesario admitir una de estas dos hipótesis, sea un **epiciclo**, sea una esfera excéntrica, o incluso las dos a la vez. Pero voy a demostrarte que cada una de estas dos hipótesis está totalmente fuera de toda realidad y es totalmente contraria a lo que se ha expuesto en la Ciencia Física.

Rechaza en efecto los **epiciclos** y rechaza las esferas excéntricas como opuestos a los principios de **Aristóteles**. Pero añade otro argumento contra las esferas excéntricas; señala que las esferas sólidas, continuas unas a otras, no podrían girar libremente alrededor de centros distintos. Las esferas exteriores arrastrarían en su movimiento a las esferas interiores. Si lo que **Aristóteles** dice es verdad, no existen ni epiciclos ni excéntricas y todo gira alrededor del centro de la **Tierra**. Pero, ¿de dónde vendrían a los planetas sus movimientos tan diversos? ¿Es posible de alguna forma que el movimiento sea perfectamente circular y uniforme, y que responda al mismo tiempo a los fenómenos observados, si no es explicándolo por alguna de las dos hipótesis, o por las dos a la vez? Tanto más admitiendo lo que **Ptolomeo** ha dicho:

"Los cálculos hechos según estas hipótesis no dan errores ni de un solo minuto".

¿Cómo imaginar sin **epicilos** la retrogradación aparente de un planeta?

Las ideas de **Averroes** fueron compartidas por un contemporáneo suyo, **Abu Ishaq Al-Bitruyi** o **Petrucci**, conocido más generalmente por el nombre de **Alpetragio**. Nacido en Pedroche, al Norte de Córdoba.

Conocedor de las ideas de **Ibn Tufayl** y **Averroes** rechazaba el sistema de epiciclos y deferentes como opuesto a las ideas de **Aritóteles**, y expone un nuevo sistema, pues decía:

"Dios me ha inspirado y me ha revelado el secreto de los movimientos de los mundos".

Al comentar la obra de **Ptolomeo** dice **Alpetragio**⁷⁴:

"Yo no puedo imaginar esferas excéntricas con respecto al mundo que giren alrededor de sus centros particulares distintos del centro del Universo, centros que giran a su vez de otros centros; yo no puedo admitir estos epiciclos que

⁷⁴ DUHEM: II, pág. 148.

giran alrededor de sus propios centros, mientras que, en el espesor de la misma esfera, el centro del epiciclo gira en sentido contrario de la rotación del epiciclo sobre otra esfera excéntrica. Todas estas esferas están colocadas en el interior de una misma esfera; llenan una parte, mientras el resto permanece vacío; si se supone que esta esfera total, en cuyo seno se reúnen todas las esferas parciales está formada de agua o de fuego, las diversas partes de esta esfera deberán moverse para dejar un espacio vacío a las esferas parciales, mientras que el resto de la esfera quedará lleno del fluido que la forma. Estas suposiciones engendran el error, que se manifiesta por las falsedades que se deducen y por las proposiciones contrarias a la verdad".

Alpetragio en su sistema suponen que el centro del Mundo está rodeado por los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego, y éstos, a su vez, están rodeados por nueve esferas que tienen la forma de capas esféricas concéntricas con el centro del Mundo.

Las esferas poseen un alma que las mueve. Pero desde la esfera exterior hasta el interior la perfección va decreciendo, tanto en lo que se refiere al alma como al cuerpo de las esferas y al grado de pureza del éter del que están constituidas.

La novena esfera, que no contiene ningún astro, se mueve por sí misma y no recibe su movimiento de ningún otro cuerpo. Se mueve con un movimiento de rotación, simple y perfecto, de oriente a occidente, en un día sidéreo, alrededor de un eje cuyos polos son los polos del Universo.

En la octava esfera están situadas las estrellas fijas y en las siete restantes esferas están situados los planetas por este orden: **Saturno, Júpiter, Marte, Venus, el Sol, Mercurio y la Luna.**

Pero los movimientos de estas ocho esferas no son simples y perfectos como el de la novena. Cada una de estas ocho esferas desea imitar la perfección absoluta, sigue el movimiento de la novena, pero con un retardo tanto mayor cuanto mayor es su distancia a aquélla.

Cada una de las esferas trata de salvar esta imperfección en su movimiento, y trata de conseguirlo mediante un nuevo movimiento de rotación uniforme, alrededor de un eje particular distinto para cada esfera.

Así la octava esfera, la de las estrellas fijas, tiene un movimiento de rotación de oriente a occidente alrededor del eje del Mundo, pero un poco más lento que el de la novena esfera, puesto que su alejamiento de ésta no le permite recibir en su totalidad su movimiento. La diferencia

de la velocidad es tal, que al cabo de 36.000 años la octava esfera habrá perdido una rotación completa con relación a la novena. Así suprime el movimiento de occidente a oriente de la octava esfera admitido por **Ptolomeo** para dar cuenta de la precesión por él descubierta.

Cada uno de los planetas está sobre su propia esfera, en el orden antes indicado. Pero al ir aumentando su distancia a la novena esfera, su velocidad de rotación propia va siendo cada vez menor. Así **Saturno** pierde un giro completo en 30 años; **Júpiter** lo pierde en 12 años; **Marte**, en 2; **Venus**, el **Sol** y **Mercurio**, en un año, y la **Luna**, en 27 días.

Pero, dada la mayor complejidad de los movimientos observados de los planetas, **Alpetragio** se vio obligado a complicar su sistema introduciendo nuevos movimientos. Para ello hubo de admitir que el movimiento de cada planeta es la composición de tres rotaciones uniformes y simultáneas alrededor de tres ejes distintos. En efecto, la esfera de un planeta determinado tiene el movimiento de rotación propio a que acabamos de referirnos, uniforme de oriente o occidente, alrededor de su eje propio. Este eje propio gira también con movimiento uniforme, pero de occidente a oriente alrededor del eje del círculo de los signos del Zodíaco. Estos movimientos son uniformes, pero el primero, el de la rotación propia de la esfera del planeta es más lento que el de este eje propio de la esfera del planeta alrededor del eje del círculo de los signos.

En el caso de **Marte** y **Mercurio**, los planetas no están en el ecuador de la respectiva esfera, sino ligeramente desplazados hacia el Sur.

Lo que no logró explicar este sistema es la variación en las distancias de los planetas a la **Tierra**.

Alpetragio no intentó llevar su sistema al grado de precisión al que **Ptolomeo** llevó el suyo, y al que no logró desplazar. **Ptolomeo** podía predecir las posiciones de los planetas, cosa que **Alpetragio** no intentó siquiera, y así confiesa que la tarea emprendida excedía a sus fuerzas y que no había conseguido lograr un sistema completo que permitiera prever y calcular los fenómenos celestes con una aproximación comparable a la obtenida en el sistema de **Ptolomeo**.

Pero la obra de **Alpetragio** recibió una calurosa acogida por parte de cuantos se oponían al **Almagesto**, en especial por los astrónomos árabes, cristianos y judíos españoles, manteniendo su influencia en Italia hasta el siglo XVI.

Los astrónomos árabes trataron de asimilar, primero, y mejorar, después, la astronomía griega. Para ello se ocuparon también de mejorar las observaciones modificando los instrumentos de observación, astrolabios y relojes, y con estas observaciones, cada vez más precisas, y apoyándose en

la autoridad de los grandes filósofos griegos, **Aristóteles** en particular, modificaron el sistema del mundo ocupándose de la preparación de **Tablas Astronómicas** que habrían de ser utilizadas en los observatorios que crearon primero en Oriente y más tarde en España.

Esta preocupación por la astronomía hizo posible la conservación de la ciencia griega que llegaría a Europa a través de España, donde aprendió Europa a construir astrolabios y relojes y donde se prepararon las **Tablas**, primero las **Toledanas** y luego las **Alfonsíes**, que utilizó toda Europa durante varios siglos.

3.3. GENERALIDADES "INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS".

Dos son las grandes categorías de instrumentos a considerar. En primer lugar, los instrumentos de observación propiamente dichos. En general son todos muy simples ya que, antes de la introducción de la **luneta astronómica**, el instrumento de observación suele ser siempre una variante de un círculo o de una regla graduada, ver **ilustración 28**. Piénsese que tenemos referencias claras a determinaciones de la latitud mediante una observación de la altura de la Estrella Polar sobre el horizonte utilizando instrumentos tan rudimentarios como pueden ser los dedos, una lanza o el mástil de un barco. En ese capítulo, pues, no cabe

esperar grandes novedades con respecto al instrumental utilizado por los astrónomos griegos y las principales mejoras afectarán al tamaño (instrumentos cada vez más grandes) y a los conatos de lograr una mayor precisión.

El segundo aparato está constituido por los **computadores analógicos** que, en general, pretenden ser también instrumentos de observación, aunque, con ellos, la precisión que se obtiene suele ser escasa.

Su función básica es resolver gráficamente problemas de astronomía esférica, razón por la cual los tratados que se escriben acerca de su construcción y uso suelen ser auténticos manuales de astronomía. En este terreno podremos comprobar que le **Edad Media árabe** será capaz de incorporar auténticas novedades.

3.4. INSTRUMENTOS DE OBSERVACION.

3.4.1. GENERALIDADES.

Tal como he señalado se trata, en general, de instrumentos conocidos por la tradición ptolemaica y que nos aparecen descritos en tratados generales sobre instrumental astronómico como los que escribieron **Al-Jazini** (fl. c. 1115-c. 1130), **Abu-lHasan 'Ali-al-Marrakusi** (fl. 1275-1282), **Al.Kasi** (m. 1429), etc.

He indicado asimismo que, ya desde una etapa muy temprana, surge una seria preocupación por la precisión de estos instrumentos. Sabemos, por ejemplo, que los observatorios ma'muníes de Bagdad (828-829) y Damasco (831-832) recurrieron a los servicios de astrónomos especializados en la construcción de instrumentos como **Sanad b. 'Ali** (m. c. 864), **Al-'Abbas b. Sa'id al-Yawhari**, **'Ali b. Jalaf al-Marwrrudi**, **Ibn Ishaq ibn Kusuf** y el propio **Yahya b. Abi Mansur**. Me referiré más adelante a la utilización, en estos observatorios, de instrumentos de gran tamaño con limbos divididos de 10' en 10'. Obtener divisiones más pequeñas resultaba difícil porque no se disponía de máquinas de dividir. Esto explica la preocupación de un **Avicena** (980-1037), quien no sólo diseñó instrumentos de su propia invención y escribió un opúsculo sobre ellos, sino que llegó a inventar un artilugio que implicaba el principio del

micrómetro. Por su parte, **al-Biruni** (973- después de 1084) aparece como precursor del método de las transversales. Mucho más tarde el astrónomo judío francés **Levi Ben Gerson** (1288-1344) expondrá claramente el uso de la escala transversal que, teóricamente, permite subdivisiones de 4': el más antiguo ejemplo de escala transversal conservada es un astrolabio de Florencia de 1483.

Este deseo de precisión lleva al uso de grandes instrumentos que requieren una instalación fija y las posibilidades de un observatorio. Es el caso, por ejemplo, de los observatorios de Maraga en el siglo XIII (cuyo instrumental conocemos bien gracias a la descripción realizada por el astrónomo **Mu'ayyad al-Din al-Urdi**), de Samarcanda en el siglo XV y posiblemente de Istambul en el siglo XVI.

Tiene el mayor interés el subrayar que estos instrumentos de observación árabo-musulmanes tuvieron ecos tempranos en la China, incluso antes de **Maraga**, ya que los primeros contactos conocidos están documentados en los siglos noveno y décimo.

Estos contactos se intensificarán con ocasión de la fundación del gran observatorio islámico del siglo trece, que se realiza precisamente con el patrocinio de un monarca mongol, **Hulagu Jan**, cuyo hermano, **Kublai**, reinaba en Pekín: en 1267, **Yamal al-Din Muhammad al-Nayyari** (llamado

Cha-ma-lu-ting en las fuentes chinas) introduce en la capital del Imperio Chino siete instrumentos de observación que proceden del círculo de **Maraga**. Los ecos del instrumental utilizado en los observatorios islámicos llegarán, por otra parte, hasta Europa: **Sayili** ha señalado semejanzas importantes entre los instrumentos de Samarcanda e Istambul y los que utiliza **Tycho Brahe** en Uraniborg y Stjerneborg. Algunas de estas semejanzas pueden explicarse por una influencia europea sobre el observatorio de Istambul, mientras que otras hacen pensar más bien en lo contrario.

Los materiales utilizados, en un principio, para construir estos instrumentos de gran tamaño son la piedra (mármol, por ejemplo) y el metal (cobre), que plantean problemas obvios de peso. En la **Baja Edad Media**, en cambio, se optará en Maraga por el uso de instrumental de madera que, al conservarse al aire libre, se deteriora. Estos inconvenientes movieron a ciertos astrónomos a recurrir al uso de instrumentos portátiles, de pequeño tamaño, y a poner énfasis en su habilidad para la observación: a título anecdótico puede mencionarse el caso de **Al-Biruni**, quien, deseoso de realizar una observación mientras se encontraba solo en el campo, improvisó un cuadrante sobre una tableta de madera; más característico es el caso de **Ibn Yunus** (m. 1009), que no dispuso nunca de las facilidades de un gran observatorio, optando por variar sus lugares de observación de un punto a otro del El Cairo, llevando consigo instrumentos portátiles.

Revisemos, ahora, los principales instrumentos utilizados en los observatorios islámicos medievales.

3.4.2. GNOMON.

Obviamente es el instrumento más elemental. Debió ser conocido en el mundo islámico en etapa muy temprana: el historiador **Ibn Qifti** alude al hecho de que el astrónomo **Al-Fazari** (fl. c. 771) escribió un tratado sobre determinación del mediodía (**Kitab al-miqyas li-zawal**) en el que, posiblemente, debía aludirse a algún tipo de **gnomon**. Sabemos, por una parte, que el observatorio ma'muni de Damasco, situado en el monasterio de Dayr Murran, disponía de un **gnomon** de diez codos (unos cinco metros) de altura, consistente en una barra o columna de hierro plantada verticalmente: este instrumento estaba previsto para medir la longitud verdadera del año solar, pero su precisión resultó decepcionante ya que se comprobó que su tamaño se reducía debido al frío de la noche. Asimismo el gran astrónomo **Al-Battani** (858-929) utilizó, en Raqqa, un **gnomon** para observaciones cuidadosas: estaba dividido en doce partes de acuerdo con la costumbre hindú, pero era susceptible de dividirse en más. No tiene mayor interés el seguir insistiendo acerca del uso de este instrumento en la astronomía islámica, pero no puedo concluir sin mencionar el exhaustivo tratado

escrito por **Al-Biruni** sobre las sombras proyectadas por los distintos tipos de **gnomon**, como contribución básica al tema, tanto desde el punto de vista astronómico como trigonométrico.

3.4.3. ARMILLAS O ANILLOS.

Se trata de círculos graduados más o menos sofisticados y de tamaños distintos, habitualmente provistos de una alidada. Evidentemente fueron conocidos por **Ptolomeo**, quien describe, por ejemplo, una armilla meridiana o solsticial (Alm. I, 10), situada en el plano meridiano y utilizada para determinar la altura meridiana del **Sol** y, por consiguiente, la oblicuidad de la eclíptica y la latitud del lugar; el **Al-Magesto** (III, 2) se refiere también a la armilla equicoccial utilizada para determinar el momento preciso del paso del **Sol** por los equinoccios. Además de los dos tipos de armillas citadas hay que mencionar también las armillas acimutales.

Este tipo de instrumentos es muy usual dada la importancia que, en los observatorios islámicos, tuvieron las observaciones solares. Sabemos que en el observatorio ma'muni instalado en el barrio de Al-Samasiyya, de Bagdad, existió un instrumento, que debía ser de un tamaño considerable, denominado círculo de al-Samasiyya: aunque las fuentes no precisan más, sospecho que podía

observatorio de El Cairo en el siglo XII:

- Uno de ellos, de cobre y de un diámetro de 5 m., fue fundido dos veces porque la primera fundición resultó defectuosa. Estaba provisto de una aliada de cobre que, más tarde, fue sustituida por otra de madera y se encontraba sujeto a unas columnas de mármol: su gran peso hizo que se combaba un grado y varios minutos sin que se pudiera remediar el defecto.

- Más tarde se construyó otro anillo algo menor (de un diámetro de 3,5m.) que se apoyaba sobre una estructura de ladrillo.

3.4.4. CUADRANTE MURAL.

Este instrumento, conocido por Ptolomeo, es una evolución normal de la amarilla en cuanto, para gran número de usos, un cuadrante es suficiente y, con un tamaño análogo al del círculo, puede dar mejores resultados y ser objeto de subdivisiones menores.

Los cuadrantes más usuales son los orientados en el plano del meridiano, aunque aparecen también cuadrantes acimutales. Los primeros son utilizados para medir la altura meridiana del Sol o de una estrella.

Utilizan una aliadada de pínulas o un estilo cuya sombra dará la altura del Sol.

La primera descripción detallada de este tipo de cuadrantes la da **Al-Battani**, quien recomienda un radio mínimo de dos codos (un metro, aproximadamente), aunque tenemos referencias a instrumentos con ocho codos de lado o radio como el utilizado por **Sulayman b. Isma'** en sus observaciones en Balj, en 880-890. Los dos tipos de cuadrantes fueron empleados en el observatorio ma'muni de Dayr Murran, en Damasco: el cuadrante meridiano introducía modificaciones con respecto a **Ptolomeo**, ya que disponía de una pieza móvil (provista de un agujero) que se desplazaba sobre el arco, y de una pínula en el centro del cuadrante.

Cuadrantes murales aparecen también en los observatorios de Maraga e Istambul.

3.4.5. TRINQUETRUM U ORGANO PARALACTICO.

Este instrumento ptolemaico consta de tres reglas que engarzan entre sí: una es perpendicular y las otras dos pueden orientarse en el plano meridiano o en otro plano cualquiera. Sirve, pues, para medir cualquier tipo de alturas, meridianas o no, y es instrumento descrito por **Al-Battani**, **Al-Jazini** y utilizado en los observatorios de Maraga, Samarcanda e Istambul. Fue introducido en

Pekín por Yamal al-din o Cha.ma-lu-ting.

3.4.6. GRANDES INSTALACIONES DE OBRA PARA LA OBSERVACION.

Una de las primeras alusiones conocidas al uso de grandes instalaciones de obra para la observación está relacionada con la actividad de los Banu Amayur (fl. 885-933) en Bagdad: en su lugar de trabajo disponían de una taruma o tarum (lugar elevado con buena vista) y las descripciones aluden a aperturas o rendijas por la observación que debían orientarse en ciertas direcciones fijas.

Más claros resultan los datos que conocemos acerca del observatorio construido por Saraf al-Dawla (982-989) en jardín de su residencia en Bagdad: el edificio disponía de un suelo con forma de sección de esfera, cuyo radio era de unos 12,5 m. y cuyo centro estaba situado en el techo del edificio y coincidía con una apertura en el mismo: los rayos solares entraban por el agujero e incidían en el suelo en el que la sección de esfera debía estar graduada. Con este instrumento se debió determinar la oblicuidad de la eclíptica.

Contemporáneo del instrumento al que acabo de aludir, y muy similar en su concepción, es el sextante fajri inventado por Al-Juyandi (m. 1.000). Fue construido

en Tabruk (cerca de Rayy) y dedicado al monarca **Fajr al-Dawla** (976-997).

La finalidad del sextante era determinar, con la máxima precisión posible, la oblicuidad de la eclíptica, tal vez con la finalidad de dar una sanción definitiva a la teoría según la cual este ángulo no es constante (**Ptolomeo**), sino que sufre una disminución secular. Conocemos bastante bien este instrumento gracias a una descripción que de él hizo el propio **Al-Juyandi** y a un análisis detallado que nos ofrece **Al-Biruni**.

Se trata de un sextante de un radio de 40 codos (unos 20 metros), situado en el plano meridiano. Estaba rodeado de muros y cubierto por un techo en el que se encontraba una ventanilla, en forma de pequeña cúpula, con un orificio de un palmo de diámetro que coincidía con el centro del sextante. Este estaba construido en madera y recubierto con planchas de cobre: de acuerdo con las fuentes cada grado del arco estaba dividido en 60' y cada minuto en 10 (o en 6) partes iguales de 6'' (o de 10''). Con este instrumento se podía medir la altura meridiana del **Sol** con toda precisión: al pasar el **Sol** por el meridiano, la luz entraba por el orificio del techo e incidía sobre el sextante proyectando un círculo sobre él. Para determinar el centro del mismo, **al-Juyandi** utilizaba un círculo del mismo radio provisto de dos diámetros perpendiculares y lo colocaba sobre el círculo iluminado.

La admiración que Al-Biruni sentía por la precisión de este instrumento queda clara en la cita que traduzco a continuación, por más que conviene ser algo escéptico acerca de las posibilidades reales de que disponía Al-Juyandi para lograr divisiones inferiores a 1' de arco:

"Este sextante fa fajri sobresalió entre los instrumentos que le precedieron y que le siguieron tanto por su tamaño como por su precisión". Abu Mahmud (Al-Juyandi) era único en su tiempo en la construcción de astrolabios y de los restantes instrumentos astronómicos.

Los resultados en consideración como punto de referencia en lo relativo al aumento o disminución de este ángulo. Si llegó a precisar segundos, no podemos entrar en desconfiar de la exactitud de los minutos. No obstante, Abu Mahmud me constató que su observación quedaba algo falseada por el movimiento del orificio situado en el techo arqueado; se movió aproximadamente un palmo hacia abajo. Esto afectaba escasamente a la precisión de su observación, pero justifica la diferencia en menos que se encuentra entre su determinación de la oblicuidad y las realizadas aproximadamente también en tiempo de al-Juyandi".

En efecto, en observaciones de la altura meridiana del Sol en los solsticios de verano e invierno del año, 994, **Al-Juyandi** obtuvo una oblicuidad de $23; 32,19^{\circ}$ ($0 21''$ según otra fuente).

Instrumentos similares al **sextante fajri** parecen haber sido contruidos para los observatorios de Maraga y Samarcanda. La cuestión no parece suficientemente clara en el primer observatorio mencionado, pero no hay duda posible en lo que se refiere a Samarcanda, ya que, en este último caso, no sólo disponemos de descripciones contemporáneas, sino también de la evidencia proporcionada por las excavaciones realizadas durante los últimos cincuenta años: en el observatorio se encontraba un gran arco meridiano similar al instrumento de **Al-Juyandi**. Era un cuadrante con radio de más de 40 m.: la porción de los 60° superiores se encontraba por encima del nivel del suelo mientras que los 30° inferiores estaban por debajo del mismo, perforados en la roca. La luz solar entraba también por un agujero situado en el techo y el instrumento -según se afirma- permitía aproximar hasta los segundos.

3.4.7. CUADRANTES SOLARES.

Los **cuadrantes solares o relojes de sol** son instrumentos muy comunes dada su utilización habitual para determinar las horas de las oraciones canónicas: por esta razón se encuentran, todavía hoy, con frecuencia en las mezquitas. Pueden ser de tipos muy diversos; (cilíndricos, cónicos, etcétera), pero los más corrientes son los cuadrantes planos cuya base puede encontrarse en el plano del horizonte, del meridiano, del primer vertical o del ecuador celeste, estar inclinados con respecto a cada uno de estos planos, etc. El interés por este tipo de instrumentos empezó muy pronto, ya que en el siglo noveno aparecen ya los primeros tratados en los que se describe la manera de construirlos: **Al-Juwarizmi** (fl. c. 830) es el autor de uno de los primeros escritos sobre este tema y su obra contiene unas tablas para el trazado de cuadrantes computadas para diversas latitudes. Igualmente **Tabit b. Qurra** escribió exhaustivamente sobre los distintos tipos de cuadrantes conocidos y estudió las secciones crónicas descritas por el extremo de la sombra del gnomon sobre el plano horizontal. La brillantez de la tradición gnómica oriental de los primeros siglos contrasta, en cambio, con lo rudimentario de los cuadrantes solares andalusíes conservados que llama especialmente la atención cuando aparecen relacionados con astrónomos de primera fila como, por ejemplo, **Ibn al-Saffar** (m. 1034-1035): a este autor se le atribuye una brevísima descripción de un cuadrante

defectuoso construido para la latitud de Córdoba.

En estos **cuadrantes horizontales** el extremo de la sombra del **gnomon** traza, sobre la base, dos arcos de hipérbola que corresponden a solsticios y una línea recta que corresponde a los equinoccios. Dada la dificultad que tiene el trazar los arcos de hipérbola sobre la piedra del cuadrante, resulta comprensible el que éstos hayan sido sustituidos por dos arcos de círculo en el ejemplar conservado en el **Museo de la Alhambra de Granada**.

Una actitud similar será la adoptada, a fines del siglo trece, por el astrónomo murciano **Ibn Al-Ragqam**, quien, en su tratado sobre la construcción de **cuadrantes solares**, afirma que las curvas correspondientes a las horas de la oración son secciones cónicas, pero que se asemejan a arcos de círculo por lo que recomienda recurrir a estos últimos en el trazado del instrumento. Esta tendencia a la simple aproximación en lugar del diseño exacto parece haberse extendido al norte de Africa, donde encontramos en el siglo XIV, un cuadrante tenecino en el que las curvas solsticiales son también arcos de círculo. La dificultad en el trazado de las hipérbolas llega incluso a un cuadrante tenecino de 1842, conservado en la **mezquita de Sidi Uqba de Qayrawan**, que corresponde a una tradición totalmente distinta de la andalusí. En él los trazados de las combras correspondientes a los equinoccios y solsticios se han suprimido.

De todas formas quizás es prematuro el juzgar tan negativamente la tradición gnomónica y norteafricana sin que, previamente, se hayan estudiado textos como el tratado de **Ibn al-Raqqam** y **las tablas para el trazado de cuadrantes solares** computadas para las latitudes de Córdoba, Marrakus, Fez, Túnez, etc., recientemente descubiertas por **King**. En cualquier caso es dudoso que pueda jamás descubrirse en el occidente islámico un desarrollo equivalente al de la región de Egipto y Siria, en la que aparece el importante tratado de **Abu-l-Hasan 'Ali al-Marrakusi** (fl. 1275-1282), que contiene toda la teoría matemática de los **cuadrantes solares**, el libro escrito en 1277 por el astrónomo egipcio **Al-Maqsi** (con más de un centenar de tablas entre las que aparece una para los cuadrantes verticales inclinados sobre el meridiano para cada grado de inclinación) y el completo tratado sobre gnomónica escrito, en 1425-26, por el muwaqqit egipcio **Ibn al-Muhallabi**, etc. Toda esta tradición culminará, tal vez, con el magnífico ejemplar de **cuadrante solar** construido en 1371-72 por **Ibn al-Sair** para la mezquita de los Omeyas de Damasco, en el que el complejo sistema de curvas permitía al astrónomo leer la hora del día desde el orto del **Sol** o antes del ocaso, calcular el tiempo con respecto al comienzo del día o de la noche y con respecto al intervalo durante el cual debe realizarse la oración de la tarde. Este cuadrante lleva un estilo en forma de trapecio, cuya arista forma un ángulo de $33,30^\circ$ con la horizontal (lati-

tud de Damasco), estando por tanto dirigido hacia el norte según el eje del mundo. Este estilo inclinado aparece también en la Europa Occidental en la primera mitad del siglo XIV.

3.5. ENTRE LOS INSTRUMENTOS DE OBSERVACION Y LOS COMPUTADORES ANALOGICOS: "LA ESFERA ARMILLAR".

La esfera armillar ver ilustración 29, es en rigor, un computador analógico que permite resolver gráficamente problemas de astronomía esférica. De hecho, no obstante, aparece citado sistemáticamente como instrumento de observación que, con frecuencia, se encuentra entre los instrumentos habituales tanto los pequeños como de los grandes observatorios. Unos cuantos ejemplos bastarán para justificar esta afirmación.

La esfera armillar era conocida en la India y parece que, ya en el siglo VIII, el astrónomo **Al-Fazari** -uno de los introductores en el mundo árabo-islámico del sistema astronómico indio del Sindhind- escribió un tratado sobre el uso de este instrumento. Más tarde sabemos que, en el momento en el que tienen lugar las observaciones ma'muníes en Bagdad, existían por lo menos dos esferas armillares en el observatorio de al-Samasiyya: una de ellas era, probablemente, propiedad del astrónomo

Yahya b. Abi Mansur y, pese a no ser muy precisa, contenía divisiones para cada 10'; la segunda, en cambio, fue construida para el observatorio por **Ibn Jalaf al-Marwarrudi**. En la segunda mitad del siglo noveno **Al-Battani** disponía de una esfera en su observatorio de Raqqa y, en el siglo siguiente, **Al-Juyandi** construyó un instrumento de esta índole.

Se ha sugerido, por otra parte, que **Ibn Yunus** (m. 1009) pudo realizar, en sus observaciones en El Cairo, una gigantesca **esfera armillar** propiedad del califa **Al-Hakim**, dotada de nueve armillas, cada una de las cuales pesaba 2.000 libras y era suficientemente grande como para que un hombre a caballo pudiera pasar a través de ella.

Más adelante tenemos referencias al uso, en el observatorio de Maraga, de una esfera sujeta al suelo, provista de cinco armillas y de una aliadada, en la que la armilla más exterior era de unos 160 centímetros. Sabemos asimismo que hubo otras dos **esferas armillares** en Samarcanda y una en Istambul, destinada esta última a medir la longitud y latitud de los cuerpos celestes. En lo que se refiere a **Al-Andalus**, la introducción de este instrumento debió ser temprana, ya que, en el siglo noveno, **'Abbas b. Firnas** construyó uno para el emir **'Abd al-Rahman II**.

Por otra parte tal vez en el siglo décimo se conociera en Córdoba el tratado sobre la esfera armillar dedicado por **Dunas b. Tamin** al gobernador fatimí de Mahdiyya (Túnez), ya que sabemos que este astrónomo judío mantenía relaciones espistolares con el político y médico andalusí **Abu Yusuf Hasday b. Ishaq**.

Planteada así la cuestión y visto el éxito que tuvo la **esfera armillar** ver **ilustración 30**, entre los astrónomos árabes cabe preguntarse por qué este instrumento debía ser de manejo bastante engorroso y no demasiado preciso a la hora de efectuar observaciones.

Por otra parte, en cambio, era sin duda un instrumento-comodín que podía suplir la carencia de una armilla adecuada para una determinada observación. Podemos asimismo pensar en una posible influencia de **Ptolomeo**, quien, en el **Al-Magesto** (I,5), describe un **astrolobon**, o sea una esfera armillar más sencilla y más fácilmente aplicable a la observación. Disponer de todos los instrumentos descritos en el **Al-Magesto** parece haber sido una preocupación habitual en los observatorios medievales. Podemos comprobar esta última afirmación con una cita del prólogo a las **Tablas Alfonsíes**:

"(Don Alfonso) mandó los estrumentes que fizo Ptolomeo en su Libro dell Almeieste, segund son las armillas et otros estrumentes".

Igualmente en el prólogo a las **Tablas de Barcelona** realizadas por orden del rey **Don Pedro el Ceremonioso** se alude a "*grans armillas migançeras e cominals com ab grans cadrants e instruments lirutats per lo bon Tholomeo*". Si regresamos al mundo árabe podemos comprobar que también se habla de la necesidad de disponer del instrumental del **Al-Magesto** para poder emprender las observaciones ma'munies.

Por último señalemos una última posibilidad, es posible que, en más de un caso, se haya producido una confusión entre **armilla y esfera armillar** y que algunas de las referencias al uso de este último instrumentos para la observación conciernan, en realidad, a las **grandes armillas o anillos** de las que he hablado en 3.4.3. Este tipo de confusión es fácil tanto en árabe como en castellano o catalán: en árabe al-halaq son las armillas y dat al-halaq la esfera armillar y conozco dos casos de uso ambiguo de al-halaq en un contexto que no permite determinar si se trata de uno u otro instrumento. Más fácil resulta aún la confusión en castellano alfonsí en el que podemos comprobar que el tratado sobre la esfera armillar que se encuentra en los **Libros del saber de astronomía** lleva el título de **Libro de las Armellas**, y en la introducción se nos señala que se trata del instrumento llamado en árabe der al-halaq (mala lectura por det al-halaq) y en latín **armillas**.

Llegados a este punto, permítaseme una digresión en torno al tratado alfonsí sobre este instrumento que servirá para dar una idea acerca de su estructura. El libro en cuestión está atribuido a **Rabiçag de Toledo** (**ishaq b. Sid**) y se encuentra dividido, de la manera habitual, en dos tratados: el primero sobre las construcción y el segundo sobre el empleo de la **esfera armillar**. Ahora bien, el texto lleva un prólogo puesto a nombre del astrónomo toledano del siglo once **Azarquiel**, y por ello **Sarton** insinuó que éste sería el autor del original árabe, traducido por **Rabiçag**, del tratado sobre la construcción de la **esfera armillar**. Me siento inclinado a aceptar esta hipótesis, pese a que las listas comúnmente aceptadas de obras de **Azarquiel** no incluyen ningún libro sobre este instrumento, dada la insistencia del texto en ciertos detalles de carácter artesano que encajarían muy bien con este astrónomo que empezó siendo un constructor de instrumentos astronómicos.

La **esfera armillar** del texto alfonsí consta de nueve tipos de armillas distintos, lo que nos hace pensar en un instrumento similar al que, según la tradición, estuvo a disposición de **Ibn Yunus**. Los enumeraré rápidamente:

- 1) **Armilla zodiacal** (eclíptica).

2) Armilla de los polos (coluro de los solsticios).

3) Armillas del rectificar (dos armillas que giran en torno a los polos de la eclíptica, la menor de las cuales lleva dos pínulas o una alidada que permite medir ángulos). Hasta aquí la descripción del instrumento coincide exactamente con el astroabon ptolemaico que aparece en el Almagesto (I,5). No obstante, la esfera alfonsí es más compleja ya que lleva también.

4) Armilla del mediodía (meridiano: gira en torno a los polos del Ecuador).

5) Armilla del yguador del día (Ecuador).

6) Armilla del horizonte.

7) Armilla del levador al medio del semicírculo de altura.

8) Medio cerco de altura.

9) Armella rectificar de la altura (con dos pínulas).

En conjunto, pues, un instrumento complejo, resultado de la combinación de varios tipos de armi-

llas que pueden ser utilizadas de manera independiente para una observación si no se dispone de un instrumento especializado que cumpla mejor esta función. No obstante, el tratado sobre el uso de la **esfera armillar** insiste sobre todo en su utilización como computador analógico para resolver problemas de astronomía esférica. Señalaré por último que el texto alfonsí alude claramente a un instrumento de gran tamaño y da instrucciones claras y precisas para emplazarlo de modo que el plano de la armilla del mediodía coincida exactamente con la línea meridiana trazada en el suelo con ayuda del "**círculo indio**", un dispositivo conocido en el mundo clásico, pero que, según **Al-Biruni** fue introducido en la astronomía árabo-islámica a través de ziyes indios como el **Ziy al-Arkand**.

3.6. LOS COMPUTADORES ANALOGICOS.

3.6.1. TORQUETRUM.

Con este instrumento se pretende combinar las funciones de la **esfera armillar** con las del **astrolabio llano**. Las armillas de la primera son sustituidas por un sistema de láminas, sobre las que se encuentran círculos graduados, que engarzan unas con otras formando el ángulo adecuado. Este instrumento fue descrito a fines del siglo

trece por **Bernard de Dun** y por **Franco de Polonia**, pero un siglo antes el astrónomo andalusí **Yabir b. Aflah** describió otro similar, un posible antecesor del **torquetum**, con el que pretendía suplir los instrumentos de observación ptolemaicos (**armillas meridiana y equinoccial, triquetrum y astrolabon**).

3.6.2. EL GLOBO CELESTE Y EL ASTROLABIO ESFERICO.

El **Globo Celeste**, propiamente dicho, no es un **computador analógico**, pero sí un elemento clave que justifica, como veremos, la aparición del **astrolabio esférico**, razón por la cual debe ser considerado aquí. Su introducción en el mundo islámico parece haber sido muy temprana. Se atribuye al príncipe omeya **Jalid b. Yazid b. Mu'awiya** (m. 704) la posesión de una esfera celeste de cobre obra de **Ptolomeo**, que habría sido descubierta en El Cairo, en 1043-44, por un ministro egipcio. Aunque el relato anterior pueda ser considerado apócrifo, parece claramente aludir a un hecho histórico: a principios del siglo octavo la primitiva astronomía árabo-islámica conocía los globos celestes griegos, ya que el zodiaco del palacio omeya de Qusayr'Amra, construido por el califa **al-Walid**, parece ser una copia de una proyección estereográfica de una esfera celeste de origen helénico.

En cualquier caso el más antiguo **globo celeste** árabe conservado es muy posterior. Remonta al año 1080 y fue construido por el valenciano **Ibrahim b. Sa'id al-Sahli**. En él se representan 21 constelaciones boreales, 12 zodiacales y 14 australes, cuyas coordenadas corresponden a las que, en el mismo siglo, había establecido **Azarquier**. En lo que respecta al Oriente islámico, el ejemplar más antiguo que ha llegado hasta nosotros es el que construyó, en 1144, **Yunus b. al-Husayn**. Es más completo que el de **Al-Sahli**, puesto que representa 72 estrellas principales, 48 constelaciones, 28 mansiones lunares y los cuatro polos (de la eclíptica y del Ecuador). Las posiciones estelares se dan de acuerdo con el catálogo de **Ptolomeo**, pero corrigiendo sus valores de acuerdo con la precesión.

Sabemos, por otra parte, que se utilizaban **globos celestes** en los observatorios medievales. Disponemos, a este respecto, de una referencia explícita en el prólogo a las **Tablas de Barcelona** que mandó elaborar **Pedro el Ceremonioso**. Las observaciones de las posiciones estelares se registraban sobre una esfera que se conservaba en el Palacio Real. Por otra parte conservamos un **globo celeste** de 1278, construido por **Muhammad b. Mu'ayyad al-Din al-Urdi**, posiblemente para el observatorio de Maraga.

Del **globo celeste** podemos, fácilmente, pasar al **astrolabio esférico**. Se trata de un instrumento que fue conocido, tal vez, en el período helenístico, pero

que puede ser también un desarrollo islámico primitivo que combina una **esfera celeste** con una **esfera armillar**. En cualquier caso era conocido ya en época de **Al-Juwarizmi**. Su introducción en la España Cristiana y en Europa debió ser, asimismo, temprana. **Millás** identifica el texto "**De horologio secundum alcoram**" conservado en el manuscrito 225 de **Ripoll** (s.X), con una descripción del **astrolabio esférico** aunque **Van der Vyver** cree que alude a una **esfera armillar**. El tratado más antiguo conocido sobre este instrumento parece ser el de **Qusta b. Luqa** (m.c. 922), y conservamos una obra alfonsí sobre el mismo tema redactada por **Ishaq b. Sid**. Sobre el **astrolabio esférico** escribieron también **Al-Nayrizi** (m. 922), **Al-Diruni** y **Abu al-Marrakusi**, pero no parece que el instrumento tuviera mucho éxito entre los astrónomos árabo-musulmanes y no se encuentra en la lista de los instrumentos que se utilizaban en los observatorios de Maraga y Samarcanda.

Conservamos, por otra parte, un ejemplar de **astrolabio esférico** del siglo quince y, del conjunto de datos conocidos, parece desprenderse que este instrumento se componía de dos partes fundamentales:

- 1) **Un globo celeste** en el que aparecían representados el horizonte, los almucantarates y los círculos verticales.

2) **Una araña o red** en la que se encontraban la eclíptica, el Ecuador, algunas estrellas de primera magnitud, un cuadrante vertical y algún artilugio que permitiera la medición de alturas, bien sea a base de un gnomon o de un sistema de dioptras.

3.6.3. EL ASTROLABIO LLANO.

Este instrumentos es, indudablemente, el **computador analógico** más popular a lo largo de toda la **Edad Media**, tanto islámica como cristiana. Ello se debe, tal vez, a dos razones: por una parte, es un instrumento utilizado con frecuencia por los astrólogos, ya que les permite resolver con facilidad (aunque sin demasiada precisión) ciertos problemas relacionados con el levantamiento de un horóscopo (por ejemplo, la determinación del asecendente); por otra, se trata de un instrumento de una indudable eficacia didáctica, utilizado con frecuencia en la enseñanza elemental de la astronomía, razón por la cual tenemos referencias a la presencia de estrolabios, que eran objeto de préstamo a los estudiantes, en las bibliotecas universitarias europeas medievales.

El **astrolabio llano** ver **ilustración 31** es, claramente, una evolución de la **esfera armillar** y del **astrolabio esférico**, instrumentos contruidos en tres

dimensiones que resuelven gráficamente problemas de astronomía esférica sin necesidad de recurrir a ningún tipo de proyección. En cambio, con el **astrolabio llano**, ver **ilustración 32**, nos encontramos con un **computador analógico** que resuelve los mismos problemas disponiendo sólo de dos dimensiones. Se basa, para ello, en una proyección estereográfica de la esfera celeste sobre el plano del Ecuador tomando -habitualmente- como centro de proyección el Polo Sur. Como resultado de esta proyección aparecen en el anverso del astrolabio, ver **ilustración 33**.

1) Tres círculos concéntricos que son la proyección del trópico de Capricornio (círculo externo), Ecuador (círculo intermedio) y trópico de Cáncer (círculo interno).

2) La del cenit del lugar de observación y, en torno a él una red de almucantarates que llegan hasta la proyección -total o parcial- del horizonte: obviamente en este sistema de proyección, la del horizonte es un círculo y, por consiguiente, la lámina del anverso del astrolabio sirve únicamente para una latitud determinada y debe ser cambiada por otra si quiere utilizarse el instrumento en otro lugar.

3) La araña o red: sistema constituido por la proyección de la eclíptica que aparece como un círculo excéntrico con respecto al centro del instrumento y la de

una serie de estrellas de primera magnitud. la red gira en torno al centro de la lámina permitiendo poner el instrumento en posición: basta para ello observar la altura del sol en un momento dado y hacer coincidir el almucantarato correspondiente con el grado de longitud del Sol correspondiente al día de la observación; si se opera durante la noche, se observa la altura de una estrella que se encuentre representada en la red y se hace girar ésta hasta que el almucantarato correspondiente coincida con la proyección de la estrella.

Todo lo anterior se refiere, tal como he indicado, al anverso del **astrolabio**, quedando libre el reverso. En él se encuentra siempre un limbo graduado en 360° y una alidada de pínulas. La combinación de ambos permite observaciones elementales como las que ya he mencionado (determinación de la altura del Sol o de una estrella). Por otra parte, los espacios libres del reverso del instrumento se rellenan para múltiples usos, escalas gráficas de senos, cosenos, tangentes y cotangentes, calendarios de longitudes solares, etc. Es un hecho que los instrumentos astronómicos árabes, y especialmente el **astrolabio**, tendieron con frecuencia a evolucionar adquiriendo cada vez más funciones que, en un principio, no estaban previstas. En este sentido aparecen **astrolabios híbridos** como el descrito recientemente por King, provisto de una lámina con tablas para determinar las ascensiones rectas correspondientes a cualquier punto de la eclíptica.

y para determinar también latitudes de la Luna y de los planetas.

El principio de la proyección estereográfica era bien conocido en el mundo griego: **Ptolomeo** escribió sobre ella en su **Planisferio**, pero la historia de este sistema de proyección remonta, por lo menos, a **Hiparco de Rodas**! Por otra parte existieron también **astrolabios llanos** en el mundo helenístico y el primer tratado conocido en el que se describe este instrumento y la manera de utilizarlo es obra de **Teón de Alejandría** (s. IV de J.C.), y fue objeto de una versión siríaca, en el siglo sexto, debida a **Severo Sebojt**, que se introdujo en el mundo árabe. A partir de esta etapa la historia del **astrolabio** es bien conocida. Sabemos, por ejemplo, que en la segunda mitad del siglo octavo el astrónomo **Al-Fazari** escribió un tratado sobre el **astrolabio**, y que lo mismo hicieron, en el siglo noveno, figuras de primera fila como el astrólogo, **Masallah**, y los astrónomos **al-Juwarizmi**, **al-Fargani** y **Habas al-Hasib**. El tratado de **Masallah** fue bien conocido en la Europa Latina y llegó a influir en el que redactó en inglés, en el siglo XIV.

Por otra parte, el tratado de **al-Fargani**, escrito c. 857-858, iba acompañado de unas tablas para facilitar el trazado de este tipo de instrumentos. A partir de aquí resulta un tanto inútil el reproducir una larga lista de astrónomos orientales que escribieron sobre

el **astrolabio**, y sólo quisiera mencionar el interesantísimo tratado, con pretensiones de ser exhaustivo, redactado por **al-Biruni**, ya que nos da una descripción detallada de numerosos tipos, poco corrientes, de **astrolabio**.

Pasemos rápidamente a ocuparnos de **al-Andalus**. La introducción del instrumento debió ser muy temprana, puesto que, ya en el siglo décimo, el manuscrito 225 de **Ripoll** nos presenta una versión latina de un original árabe en el que se describen los usos del instrumento. Se ha discutido acerca de si este original sería precisamente el tratado de **Masallah** al que acabo de aludir. Por otra parte, en el mismo siglo el astrónomo **Maslama**, de Madrid, escribió unas glosas al "**Planisferio**" de **Ptolomeo**, que serían una de las fuentes -directas o indirectas- utilizadas por los astrónomos alfonsíes para redactar su tratado sobre la construcción del astrolabio.

En el siglo XI los discípulos de **Maslama**, **Ibn al-Saffar** e **Ibn al-Samh**, escribirían sendos opúsculos sobre este instrumento, el primero de los cuales gozaría de gran popularidad.

Antes de terminar con el **astrolabio llano** quisiera referirme rápidamente a una innovación que parece de origen hispánico. En efecto, los **astrolabios** andalusíes y norteafricanos suelen llevar, en el reverso del instrumento, un calendario zodiacal o calendario de longitudes

solares. Se trata de dos círculos no concéntricos en uno de los cuales -dividido en 365 partes- se encuentran representados los doce meses y los días del año, mientras que en el otro -dividido en 360°- aparecen los doce signos zodiacales, cada uno de los cuales consta de 30°. Resulta fácil de comprender que, si ambos círculos están correctamente trazados, podemos utilizar la aliadada del dorso del **astrolabio** como regla y establecer con enorme facilidad la longitud del **Sol** para cada día del año. En el año 1944, el astrónomo alemán **Zinner** estudió este dispositivo y concluyó que se trataba, indudablemente, de un invento cristiano, ya que los musulmanes no podían haber llegado a su descubrimiento dado que su calendario era lunar. La tesis de **Zinner** apuntaba a una presunta superioridad de la cultura latino-visigótica sobre la árabe en la España del siglo X. Un artículo de **Millás** devolvió las aguas a su cauce señalando, simplemente, el uso de los distintos calendarios solares julianos en el mundo árabe, tanto entre los astrónomos como, a nivel popular, en la regulación de las faenas agrícolas. Hoy en día y al margen de cualquier connotación ideológica, una buena pregunta a realizarse sería si realmente **Zinner** no podía tener razón y si el calendario zodiacal de los **astrolabios** andalusíes no resultará una afluencia más del substrato latino-mozárabe que permanecería vivo en la ciencia hispano-musulmana hasta el siglo once. En efecto, un manuscrito del siglo IX de la **Biblioteca Nacional de Madrid** contiene una tabla de cómputo para los diecinueve años del ciclo metódico, uno

de cuyos elementos establece precisamente la correspondencia entre los meses del año y los signos zodiacales.

3.6.4. LA AZAFEA.

En el apartado anterior he aludido ya al principal inconveniente del **astrolabio estereográfico** convencional. Cada lámina en la que aparece la proyección del horizonte puede ser utilizada sólo para una latitud. Si el astrónomo desea trabajar con su instrumento en distintos lugares, se ve obligado a llevar consigo una serie de láminas, lo que hace engorroso el manejo del **astrolabio**. Este problema recibió dos tipos distintos de soluciones:

La primera consistió en proyectar varios horizontes -los más usuales- sobre una misma lámina. Es la solución adoptada en el **astrolabio** universal del granadino **Ibn Bas al-Islami** (m. 1316-17), pero presenta otro grave inconveniente. Una misma lámina no puede recibir -por falta material de espacio- una serie de horizontes y, al mismo tiempo, la red de almucantarates y verticales que corresponden a cada uno. El instrumento, pues, resulta un tanto limitado.

La segunda solución fue mucho más eficaz, se seguía utilizando un instrumento basado en la proyec-

ción estereográfica, pero se cambiaba el centro de proyección (el punto vernal en lugar del Polo Sur) y el plano de proyección (el coluro de los solsticios en vez del Ecuador). Como consecuencia de lo anterior, la proyección del horizonte del lugar es una línea recta que pasa por el centro de la lámina y, por tanto, una regla giratoria sujeta mediante un pivote al centro del instrumento puede muy bien representarnos cualquier horizonte. Tenemos, por consiguiente, un horizonte móvil y el nuevo **astrolabio** se convierte en un instrumento auténticamente universal susceptible de ser utilizado para cualquier latitud.

Hasta una fecha muy reciente se había afirmado que este nuevo sistema de proyección habría sido descrito, por primera vez, por el astrónomo oriental **al-Biruni** (973- después de 1050) y desarrollado, en forma de instrumentos astronómicos reales, por dos astrónomos toledanos del siglo once, **'Ali b. Jalaf y Azarquiel**. En un artículo publicado en 1979, **King** sugiere que era ya conocido por el astrónomo de Damasco **Habas al-Hasib** (m.c. 866-876).

Por último cabe plantearse la posibilidad de un precedente griego. Una oscura definición del zodiaco en las **Etimologías** de **Isidoro** puede, tal vez, interpretarse como una descripción de una proyección plana de la esfera de esta índole. No obstante, el paisaje isidoriano al que aludo es realmente, demasiado confuso para sacar

conclusiones apresuradas y puede pensarse también que fuera un lejano eco de una construcción analema. Id ha estudiado un pasaje incompleto del autor de la segunda mitad del siglo IX 'Ali b. Sulayman al-Hasim, en el que se plantea el problema de determinar rápidamente la diferencia ascensional de cada punto de la eclíptica. El procedimiento seguido se insinúa e Id lo completa. Para determinar la ascensión recta de un punto de la eclíptica, realiza una proyección ortogonal cuyo centro es el punto vernal y cuyo plano es el coluro de los solsticios.

Sea cuál fuere el origen lo cierto es que el desarrollo instrumental del nuevo sistema de proyección parece ser toledano y del siglo XI. La lámina universal de 'Ali b. Jalaf y la azafea de Azarquiel son los dos instrumentos básicos que tuvieron ecos importantes tanto en la Europa Medieval como en el Oriente Islámico, entre los siglos XIV y XVI. La teoría tradicional, según la cual Ibn Jalaf habría sido el primero en desarrollar un instrumento que, por su parte, Azarquiel habría perfeccionado, ha sido recientemente discutida por King, quien basándose en nuevas aportaciones documentales, invierte el orden de prioridad antes aducido. En cualquier caso es importante señalar que la lámina universal lleva, en su superficie, una red simple de "meridianos" y "paralelos" que puede utilizarse, indiferentemente, para representar gráficamente coordenadas eclípticas, ecuatoriales u horizontales. Esta red simple fue empleada, más tarde, tanto en instru-

mentos europeos como orientales y, en estos últimos, recibe el nombre de red sakkaziyya. Existen dos hipótesis acerca del origen de este nombre:

Aduciendo documentación acerca de la existencia en Toledo del barrio de los sakkazin (curtidores de pieles) y sugiriendo que el inventor del instrumento podía haber vivido en este barrio o estar relacionado con él de algún modo. King, por su parte, ha aportado documentación nueva, de acuerdo con la cual 'Ali b. Jalaf era herbolario de profesión y habría recibido el título de **al-Sayyar**, del que **al-Sakkaz** sería una deformación. La cosa no tiene para, mayor importancia. Lo fundamental es que King está de acuerdo en que el instrumento nació en Toledo en el siglo IX.

Por otra parte, la **azafea sakkaziyya** superponía una araña similar a la del **astrolabio** sobre su única red. El instrumento de **Azarquiel**, en cambio, no utilizaba araña y representaba, en el anverso de la lámina, una doble red de "meridianos" y "paralelos" correspondiente a un doble sistema de coordenadas ecuatoriales y eclípticas. En cualquier caso, tanto la lámina universal como la azafea representan un paso más en proceso de abstracción progresiva en este tipo de **computadores analógicos**, proceso que les lleva de ser una representación de la esfera celeste a convertirse en una simple regla de cálculo. Un buen ejemplo de los extremos a los que podía

llevar esta tendencia se encuentran en el llamado **astrolabio lineal o bastón de al-Tusi** (s. XII): se trata de un bastón graduado que corresponde a la línea meridiana del **astrolabio**, pero la relación entre el instrumento y la **esfera celeste** queda, obviamente, desdibujada y hace falta bastante imaginación para captarla.

3.6.5. CUADRANTES.

Sólo unas líneas para no omitir este apartado. He hablado ya de los grandes **cuadrantes murales**, ver **ilustración 34**, que son instrumentos de observación. Queda ahora por mencionar los cuadrantes como computadores analógicos de los tipos más diversos. Desde los que resultan de doblar dos veces el anverso de un **astrolabio** o de una **azafea sakkaziyya** y tienen las mismas funciones que éstos, hasta una multitud de variantes, entre las que se encuentra el **cuadrante de senos** que lleva una red trigonométrica que permite resolver problemas de trigonometría sin ningún cálculo. Este último instrumento fue objeto de una versión alfonsí.

3.6.6. ECUATORIOS.

Desde la antigüedad se han construido modelos mecánicos del sistema ptolemaico, denominados **ecuatorios, planetarios, astrolabios de engranaje**, con una única finalidad didáctica. Se trataba de instrumentos que permitían al estudioso de la astronomía el visualizar los modelos geométricos del **Al-Magesto**, teniendo, por consiguiente, una finalidad similar a la de los planetarios modernos. Un instrumento de esta índole fue, posiblemente, el construido en Córdoba en el siglo IX por **'Abbas b. Firnas**, en el que los elementos de carácter puramente científico debían combinarse con otros destinados a conseguir efectos meramente teatrales.

Un hecho significativo es la llamada de atención sobre lo trabajoso que resulta manejar unas tablas astronómicas con el fin de computar, con ellas, las posiciones en longitud de los planetas necesarias para poder levantar un horóscopo. Esta tarea se simplifica, en los siglos X y XI, con la aparición (en Oriente) de las **efemérides anuales** y (en Occidente) de los **almanaques perpetuos**. El mismo tipo de necesidad hace surgir, también en al-Andalus en el siglo XI, los primeros **ecuatorios** con finalidad no simplemente didáctica. Con estos instrumentos el astrólogo puede determinar gráficamente la longitud de un planeta sin recurrir a cálculos engorrosos con las tablas astronómicas. El resultado que se obtiene es

aproximado, no exacto, pero en cualquier caso suficiente para las necesidades de un astrólogo. La mayoría de los ecuatorios se basan en la superposición de dos láminas: en una se encuentran los diferentes planetarios y en la segunda los egipcios. Si tomamos en unas tablas, sin apenas cálculos, la longitud media de un planeta y la ecuación de la anomalía, el ecuatorio nos resolverá rápidamente los restantes problemas y podremos determinar la longitud verdadera que buscábamos.

Tal como he señalado, los primeros ecuatorios de esta índole son andalusíes y del siglo once. Sus autores son los astrónomos **Ibn al-Samh** y **Azarquiel**. En el siglo doce aparecerá el instrumento del también andalusí **Abu-Salt de Denia**. El **ecuatorio** que, por consiguiente, parece tener un origen hispano-árabe, debió emigrar a continuación hacia Oriente, ya que el siguiente eslabón en la cadena árabo-islámica de estos instrumentos surge en el siglo quince en la obra de **al-Kasi**. El desarrollo en las etapas intermedia (entre los siglos XIII y XV) y posterior (al siglo XV) parecer ser esencialmente europea.

En los **ecuatorios**, tal como han sido descritos, el planeta **Mercurio** requiere un tratamiento especial dado que su deferente no es un círculo, sino el resultado de la combinación de dos movimientos circulares. En efecto, simplificando mucho, en el modelo cinemático

ptolemaico el centro del epiciclo de **Mercurio** se desplaza sobre un círculo. La resultante de esta combinación es que el deferente de **Mercurio** (no la órbita del planeta) es, prácticamente, una elipse y esta idea se recoge en el ecuatorio de **Azarquiel**, en el que todos los deferentes planetarios son círculos salvo el de **Mercurio**, que aparece como una figura ovoidal muy semejante a una elipse. En el siglo' quince **al-Kasi** utilizará, en su **ecuatorio**, una aproximación similar, aunque más defectuosa. Tenemos aquí, pues, un primer paso en la evolución desde una astronomía de círculos (ptolemaica) a una astronomía de elipses (kepleriana). La obra de **Azarquiel** a este respecto no hace sino llevar a sus últimas consecuencias unos presupuestos que estaban ya presentes en el **Al-Magesto** y esto resulta característico de la astronomía árabo-musulmana. Por otra parte, las vías de la posible transmisión de esta idea desde **Azarquiel** hasta los astrónomos europeos del Renacimiento del Barroco son perfectamente conocidos y posibles.

Con este apartado termino con los **computadores analógicos**, aunque, evidentemente, el catálogo podría alargarse muchísimo más con instrumentos de muy diversa índole. Desde el sexagenarium de origen egipcio introducido, sorprendentemente, en la región valenciana en el siglo XV y cuya finalidad básica es proporcionar un verdadero taller de pruebas a los estudiosos del sistema ptolemaico deseosos de hacer

trabajos prácticos para poner a prueba sus conocimientos y comprensión de los mismos; hasta los diversos computadores diseñados por **al-Kasi** y estudiados por **Kennedy**, cuyas finalidades son computar eclipses lunares, latitudes planetarias o incluso -véase a qué extremo puede llegar la pereza en el cálculo- determinar por interpolación lineal el momento en que tendrá lugar una conjunción de dos planetas de los datos de unas efemérides anuales.

CAPITULO IV

NACIMIENTO DE LAS CARTAS DE MAREAR

EN LA EDAD MEDIA

Entraremos ahora en la descripción general de una carta portulánica medieval. Consiste en la representación sobre pergamino⁷⁵ de las costas de los mares **Mediterráneo, Negro y Rojo**; las del **Atlántico**, correspondiente al Nordeste de Africa y a Europa, incluyendo generalmente el **Mar Báltico**, la Península Escandinava, y los principales archipiélagos del **océano**⁷⁶. Algunas de ellas comprenden zonas más orientales, como son el Mar Caspio, el Golfo Pérsico, toda la península de Arabia, llegando en el famoso atlas catalán de 1375 hasta representar las costas del Lejano Oriente.

Es característico y llama la atención al que ve por primera vez una carta, la infinidad de rayas que la cruzan en todas direcciones. Fijándose un poco se descubre en seguida que estas líneas resultan de unir entre sí, de todos los modos posibles, los dieciseis puntos en que se dividen uno o dos círculos que abarcan toda la carta. Nosotros hemos convenido llamar **coronas** a dichos círculos, **vértices** a los puntos en que éstos están divididos, y **haces** al conjunto de las rectas que pasan por cada **vértice**, ver **ilustración 35**.

⁷⁵ En general es la piel entera, aunque también, en número menor existen Atlas en forma de libro, de hojas de pergamino, en cada una de las cuales se representa una región marítima determinada.

⁷⁶ Islas Británicas, Azores, Madeira y las Islas Canarias.

¿Para que servía todo este conjunto de rectas?. Solamente tenía utilidad para determinar el rumbo a seguir entre dos puntos, sin la ayuda de reglas o transportadores accesorios⁷⁷, ya que el rumbo entre dos puntos tiene siempre próxima alguna de dichas rectas que le es paralela. Aunque las rosas náuticas o rosas de los vientos no aparecen hasta el año 1375 en el gran Atlas catalán, de la **Biblioteca Nacional de París**, y se representan de forma muy sobria durante todo el siglo quince, es otro de los elementos en los que suele fijarse la atención; más importante es el ennegrecimiento de las costas por la infinidad de topónimos con los que se indica el nombre de puertos y lugares costeros, ya que estos son elemento fundamental en el uso de la carta.

Aparte de estos elementos que son comunes a todas las cartas náuticas medievales, aunque a cada una con ciertas peculiaridades propias, existen otras que varían mucho según la escuela y la época en que fueron construidas. Son estos por ejemplo, las figuras que representan a los monarcas de los países a que representan, leyenda, la representación de accidentes orográficos o hidrográficos, la presencia de escalas de millas, tablas geográficas o astronómicas, figuras de animales o de ciudades, etc.,.

⁷⁷

Según explica J.F. Guillén en su obra titulada "Cartografía Marítima Española".

El origen de las cartas náuticas medievales, debe de situarse en el siglo XIII aunque no se conserva ninguna carta de este tipo, y las más antiguas conocidas datan de comienzos del siglo XIV. Decir que el siglo XIII es el primero en el que se construyeron cartas náuticas, se debe al mero hecho de que ya a finales del siglo XII y principios del siglo XIII era de uso generalizado la brújula, en la orientación de los viajes marítimos. El monje inglés **Alejandro Neckam**, que estudió e impartió clases en París cerca de los años 1180, ya menciona la brújula como instrumento marino de orientación. También el poeta francés **Guyot de Provins**, nacido hacia el año 1150, y que viajó por las principales ciudades de Europa y que visitó la ciudad de Jerusalén, cita en su poema satírico titulado "**Biblia**", a la brújula designándola con el nombre de **Marinette**. **Jacques de Vitry**, cronista del siglo XIII, obispo de Tierra Santa, debió conocer el uso de la brújula en sus viajes por el mar Mediterráneo, y a describe con precisión en el año 1318. Hacia el año 1240 **Tomás de Cantimpre** y **Vicente de Beauvais**, hacen descripciones precisas de la brújula e indican su uso marineró. **Dante** alude también a la brújula y **Alfonso Décimo el Sabio**, la menciona en el **Código de las Partidas**⁷⁸. **Raimundo Lulio** en su obra titulada "**Fénix de las Maravillas del Orbe**", escrito en el año 1286, dice que los navegantes de su tiempo se servían de "*instrumentos de medida, de cartas marinas, y*

⁷⁸ Partida II, Título IX, ley veintiocho.

de la aguja inmantada", dejando así patente que para esta fecha, ya era habitual el uso de los mapas portulanos. Por eso estamos de acuerdo con Humboldt⁷⁹, al aludir a Flavio Gioja, en que "quizá de algún modo perfeccionara la forma de dicho instrumento, hacia el año 1302; pero la brújula ha estado en uso en los mares de Europa mucho tiempo antes de que comenzara el siglo XIV, lo prueba un trabajo sobre la navegación del mallorquín Raimundo Lulio".

Esta abundancia de testimonios prueba la generalidad de uso de la brújula en el mar durante el siglo trece. Parece natural que la primera forma de anotar el rumbo determinado por la brújula entre dos puertos se hiciese en cuadernos de a bordo, que terminasen por dar forma a lo que hoy en día conoce el marino por portulanos, en los que entre otras informaciones se daba el rumbo y la distancia entre los principales puertos de las diversas cuencas del **Mediterráneo**. Se tiene como el libro portulano más antiguo conocido el "**Compasso da navigare**" realizada en el año 1236. Una vez en uso los portulanos el paso siguiente fue el representar sobre un plano los datos sobre los rumbos recogidos en ellos, y ensamblarlos hasta quedar construida la carta náutica "normal"⁸⁰.

Los centros en los que aparecen por primera vez

⁷⁹ Cosmos, edición de 1876, Sevilla, Tomo tercero página veinticuatro.

⁸⁰ La idea de carta náutica "Normal", la introduce A. E. Nordenskjöld, en su obra titulada "Periplus. An essay of the early history of charts and sailing-directions. Stocolmo 1897.

las cartas náuticas medievales son **Mallorca, Génova, y Venecia**. El primer cartógrafo del que se conoce algún trabajo suyo firmado es el genovés **Petrus Vesconte**⁸¹, después está el mallorquín Angelino Dulcert⁸². Existe una carta anónima y no datada, denominada **Carta Pisana**⁸³, que se estima que fue construida hacia el año 1300 sin que existan pruebas documentales de ello. Se sabe también, como se ha indicado más arriba, que la primera cita que se tiene de una carta náutica se debe al mallorquín **Raimundo Lulio**. Con esto quiero indicar que no es posible fijar con precisión el lugar de origen de este producto de origen cartográfico, y no puede descartarse la posibilidad de que ese produjese simultáneamente en varios puertos del **Mar Mediterráneo**, en los que la actividad marítima era intensa.

Los marinos italianos tienen un puesto brillante en la historia de los progresos geográficos de la **Edad Media**; pero ha de advertirse que junto a ellos es preciso colocar a los marinos españoles, rebajando en gran medida los elogios monstruosos de algunos autores que prescinden de las colaboraciones de otros pueblos, para

81 Su carta náutica más antigua conocida data del año 1311. Esta carta se conserva en el Archivo del Estado de Florencia, y está firmado de la siguiente forma: "*Petrus Vesconte de Janua fecit ista carta ann dni MCCCXI*"

82 Se conserva dicha carta en la Biblioteca Nacional de París con la signatura Res.Ge.B.696. En ella aparece la siguiente firma: "*Hoc opus fecit Angelino Dulcert ano M^oCCC^oXXXV.IIIJ de mense augusti in civitate maioricarum*". Esta carta está fechada en el año 1339.

83 Se conserva en la Biblioteca Nacional de París, con la signatura Res.Ge.B.1118. Se la denomina carta Pisana, porque se supone que perteneció a una familia de Pisa.

atribuir a aquellos toda la gloria de los descubrimientos y todo el adelanto de la ciencia geográfica⁸⁴.

Para aclarar este asunto conviene tener presente que los **catalanes y mallorquines** poseían fuerzas navales respetables al comenzar el siglo IX; que **Barcelona** extendía su comercio hasta Sicilia en tiempo de **Edrisi**⁸⁵; que antes de esta fecha (1118) **Raimundo, Conde de Barcelona**, visitaba las ciudades de Génova y Pisa y mantenía combates junto a las costas de Provenza al frente de sus naves, y en fin de la supremacía de los mares fue de los españoles hasta el siglo XIII, a cuyo término paso este predominio a los italianos. Tales son las conclusiones sólidamente fundamentadas del **Sr. T. Hamy**, consignadas en un notabilísimo trabajo⁸⁶.

Antes de esta fecha, los elementos son escasos y por tanto es preciso hacer investigaciones con gran pausa, ya que parece cierto que los mapas del mundo ya de bastantes dimensiones y de mayor detalle, según hemos indicado anteriormente, sirvieron o se utilizaron para la navegación, dibujando de un modo tosco las entradas y abrigos que hacían destacable la costa, haciendo hincapié en las desembocaduras de los ríos. Para esta labor era

⁸⁴ Es de presumir que fue Italia la que dió el primer impulso a la cartografía náutica.

⁸⁵ Sobre el año 1154.

⁸⁶ Les Origines de la Cartographie de L' Europe Septentrionale.- París 1889.

precisa la navegación, el conocimiento aproximado de los rumbos, que solo con la observación frecuente y repetida podía obtenerse, y he aquí el porque los españoles que tenían mapas de regulares dimensiones como los de **San Beato de Liébana**, para formarse una idea de la situación respectiva de los países, y que en los siglos XII y XIII, fueron los que tanto por el **Mar Mediterráneo**, como por el **Océano Atlántico**, llevaban la supremacía en la navegación y el comercio. Siendo pues, los primeros constructores de las cartas de marear, aún cuando de aquella época no se conserven mapas o cartas de navegación, salvo la llamada **Mogrebina**.

Mientras tanto los italianos no habían penetrado en los mares occidentales de Europa de los cuales tuvieron noticia detallada y cierta en el primer tercio del siglo XIV, según puede juzgarse por la carta **pisana de 1270**, tan falta de exactitud y de verdad que en ella sería imposible reconocer la figura de la Península española.

Hasta el año 1317, como lo ha demostrado el **Sr. Hamy**, con datos oficiales de los archivos de los Países Bajos y de Inglaterra, no se establecen los italianos de un modo regular y uniforme en Inglaterra, Flandes y norte de Francia; pero tal habilidad desplegaron, que un año después pasaban al servicio de Inglaterra varios marinos, y quizás por esto el cosmógrafo

genovés **Pedro Visconti** pudo trazar una carta de marear bastante aceptable en el siglo XIV.

Al lado de esta sucinta historia del comercio y de la navegación de los italianos en los mares del Norte, la de los españoles, que es más remota, nos presenta los productos de origen español en aquellos parajes en la primera mitad del siglo XIII, esto es, con anterioridad a la carta pisana, primer documento cartográfico italiano. Así consta, en efecto, de multitud de documentos, entre los cuales podemos incluir uno citado por Warnkoening en la "**Histoire de la Flandre et de ses institutions civiles et politiques jusqu'a l'année 1305.**

Los mercaderes de la península española con los de la Francia meridional y los del imperio, son los únicos que se mencionan en todos los documentos publicados de la **Historia de Flandes**, en el siglo XII, y jamás un pisano, un genovés ni un veneciano intervienen ni aun en los celebres debates, querellas y reclamaciones a que dio lugar el **peso de Brujas**⁸⁷.

Para favorecer a los mercaderes españoles y alemanes, se instituye la etapa de **Ardenbourg** en 1280 por **Gui, Conde de Flandes**, y podríamos citar aún otros hechos que prueban que el comercio marítimo era de los españoles en los mares del Oeste de Europa.

⁸⁷ Véase T. Hamy. Obra citada.

Pero sobre estas pruebas documentadas se pueden presentar otras pruebas geográficas que nos suministra la comparación de la **carta pisana** con la **carta mogrebina** del siglo XIII y el examen de la primera de estas, hecho con los datos de las costas.

Desde luego en la **carta pisana** de 1270, que puede verse en la **ilustración 36**, la forma de la península no puede estar peor interpretada: no hay en ella nada que pueda recordar las costas que dibuja, y ni en el conjunto ni en los detalles, ni en la nomenclatura, hay nada que merezca fe respecto de las costas occidentales y septentrionales de España.

De Irlanda nada dice; en Inglaterra coloca **Cornoalla, Scanforce, Civitate Dobra, Sco Pomas de Conturba y Civitate Londra**; al Oeste de Francia suprime la **Península Bretona**, y mientras las **Costas Españolas de Levante**, aparecen nutridas de nombres de ciudades y de villas, las de la parte Oeste y parte Norte, apenas mencionan una docena de nombres, y estos tan desfigurados y tan corrompidos, que desde luego puede afirmarse que no fueron visitadas por el autor del portulano, ya que de haber estado en ellas, hubiera hecho otra transcripción más aproximada de la verdad.

Pero la **carta pisana**, no es la primera

carta náutica: de fecha anterior se estima la llamada carta mogrebina existente en la **Biblioteca Ambrosiana de Florencia**, y por lo tanto hay que afirmar que documentalmente tampoco resulta la primacía de Italia en este asunto.

Comparando los contornos de España en este mapa con los que presenta en una carta moderna, apenas si se percibe una ligera variación, pues la semejanza de formas es sumamente notable. La prioridad en la fecha y la superioridad en la ejecución son indiscutibles para la carta **mogrebina**, carta que lógicamente debe admitirse que fue copiada de otra carta española, puesto que los árabes no podían adquirir noticias directas de los **mares occidentales** de Europa, los cuales aparecen bien dibujados en la carta, porque no solo no consta el más insignificante documento ni el más leve indicio que acuse la navegación arábiga en aquellos parajes, sino que existen al mismo tiempo testimonios que vienen en apoyo de esta opinión, tal sucede con el de **Abu-Rihan el Birumi**, que escribe: " **No hay nadie que se atreva a caminar a lo largo del Atlántico, ni tocar en sus costas**"⁸⁸. Tampoco pudieron adquirirlas de los italianos, puesto que estos en la época de la carta **mogrebina**, no habían navegado por el **Océano Atlántico**; no quedan pues más que dos hipótesis: o las adquirieron de los pueblos del Norte, porque estos las

88

Amat de San Felipo dice, "sin pruebas, que los árabes mallorquines eran medianos cartógrafos". Tal afirmación queda rebatida con tan solo examinar la carta pisana que era mucho peor que la carta mogrebina.

llevaron a los árabes, o las tomaron de los españoles.

Ridículo sería el hecho de discutir la primera hipótesis; quedando pues por exclusión admitido que tuvieron que tomar estos datos de los españoles, lo cual es completamente racional y lógico, y explica satisfactoriamente el hecho:

Primero: Porque los españoles según decimos eran antes de mediar el siglo XIII los únicos que navegaban por los mares citados.

Segundo: Porque los españoles eran los únicos que estaban en comunicación y trato frecuente con los árabes en el Occidente.

La llamada carta **mogrebina** está seguramente mal denominada, siendo esta una carta árabigo-española, y quizás construida en Mallorca, de donde eran los mercaderes que iban a Flandes, ver **ilustración 37**.

La semejanza de los nombres de localidades entre la carta árabigo-española y las catalanas es otra circunstancia que ya han hecho notar algunos escritores, bien que hubiera entre ellos quién sacaba consecuencias inversas a las verdaderas, pues pretendía fundado en dicha semejanza que los cartógrafos españoles utilizaron para sus mapas del siglo catorce los datos de la carta

mogrebina.

El profesor **A. E. Nordenskiöld**, en su ensayo "**La historia de la cartografía**", publicada en Estocolmo en 1897 y el profesor **Herman Vagner** en otro escrito del mismo año, han venido a aclarar la necesidad de la cartografía en esos tiempos resumiendo sus observaciones en las siguientes consecuencias:

Primera: Las cartas náuticas de los mares **Mediterráneo y Mar Negro**, en los siglos XIV, XV y XVI, tienen una semejanza notable todas ellas entre si, y sus datos son tan exactos que podrían considerarse como perfectos.

Segunda: La coincidencia que se manifiesta en todas ellas respecto del **Mar Mediterráneo**, ya sea en las direcciones, o en la unidad de las medidas y en las distancias de los diversos puntos; ya también sobre el trazado de las costas y de las islas, de los golfos y promontorios, solo se explica considerando según el profesor **A. E. Nordenskiöld**, todos estos mapas como copias de un mapa único modelo, no sujeto jamás a rectificaciones ni a correcciones en las costas de los mares **Mediterráneo y Negro**.

Tercera: La carta modelo es anterior al siglo XIV y aún mejor que esto, al año 1290 y posterior al

año 1266, puesto que figuran en las copias el puerto **Pisano** y **Gaffa**, destruido el primero en el año 1290, y fundado en segundo en 1266.

Cuarta: El autor del mapa modelo fue catalán puesto que la milla o medida empleada para la valoración de las distancias coincide mejor con la **legua española o catalana**, que con las medidas de Italia y de otros países, y los catalanes eran entonces excelente navegantes; advirtiendo también que **Raimundo Lulio**, que nació en 1235, fue un hombre de gran sabiduría en el arte de la navegación, y esta cultura la habría adquirido en su propio país.

Quinta: Las medidas de las escalas de las cartas náuticas italianas no se acomodaban a las medidas itinerarias de Italia, y fue preciso llegar hasta el siglo XVI para que estos empezaran a emplear sus propias medidas, valiéndose hasta entonces de equivalencias con cierto grado de aproximación. Pero esas escalas, apareciendo con los primeros mapas y persistiendo con ellos durante dos siglos muestran claramente según el profesor **A. E. Nordenskiöld**, que el original era extranjero.

Nuestra aparición coincide en este punto con la de los señores **A. E. Nordenskiöld**, **Hamy**, y **Vagner**, bien que el procedimiento empleado difiera en los detalles

o se aparte en algunos casos por completo, pues nosotros acudimos a la documentación y a la historia por un lado y por otro al examen de la configuración de las costas occidentales del territorio europeo, entrando ahora a examinar en detalle y con carácter descriptivo más bien que verdaderamente crítico, algunas cartas de marear que por su generación verdaderamente española, ofrecen para nosotros excepcional interés.

Entre las cartas náuticas españolas en que aparece dibujada la **Península Ibérica**, figuran la de **Dulcert** la cual puede verese en la **ilustración 38**, hecha en Mallorca en el año 1339, otra anónima existente en la **Biblioteca Nacional** de fecha muy inmediata a esta ver **ilustración 39**, los **Atlas catalanes del Museo Borbón** y de la **Biblioteca de París del año 1375**, y las **cartas de Guillermo Solerio** de Mallorca del año 1385. Otra del siglo XIV en el **Convento de Mercenarios Descalzos, de Barcelona**, la del **Monasterio de Viladestes del año 1413 o 1417**, y la de **Gracioso Benicansa**.

CAPITULO V

ALGUNAS CARTAS DE MAREAR DE LA EDAD

MEDIA

Es imposible realizar un estudio detenido, minucioso y acertado, respecto de la importancia de las mismas y de su relativa precisión y exactitud por lo que a nuestra patria se refiere, porque de algunas de ellas nos ha sido imposible obtener calcos ó fotografías, y también por 'esto mismo nos vemos en el caso de dar a nuestras apreciaciones un valor y carácter relativo, sujeto a rectificaciones posteriores en vista de datos de que hoy se carece.

El **Atlas de Pedro Visconti** del año 1318, que puede verse en la **ilustración 40**, nos da el contorno de la península española con bastante regularidad para lo que podía esperarse en aquella época. Se nota sin embargo, en él algunos defectos de configuración en la costa Norte, allí donde las estribaciones del Pirineo avanzan para formar el **cabo Ortegal**, pues en vez de un pronunciado saliente de la tierra tienen una depresión; en Galicia, a la altura del **Miño**, hay una gran península que existe en la realidad. De Lisboa al cabo de San Vicente, hay tal error en las proporciones, que Lisboa queda a la altura de Cartagena. Estas mismas o parecidas irregularidades se notan en la carta catalana de la **Biblioteca Nacional de Madrid**, y dado que era muy corto el tiempo que llevaban los italianos frecuentando los mares occidentales de Europa, puede pensarse que ambas tenían el mismo origen, a

saber, otra carta española más antigua.

En este portulano aparecen fraccionadas las costas, y nada hay en él que sirva para representar ríos, montes ni ciudades; en el interior solo aparecen los nombres de **Ispagna**, y **Portugalo**.

El perfil de la costa, los nombres de los puertos y los rumbos o líneas de los vientos constituyen todo el mapa, siendo de admirar como pasaron de la carta **Pisana** a la carta de **Visconti**, sin tener una guía que le sirviera de modelo para rectificar las costas occidentales de España, permitiéndonos fijar la fecha comprendida entre uno y otro mapa, como la de transmisión de la cultura cartográfica de España a Italia.

Si de esta pasamos al examen del mapa de **Dulcert** del año 1339, observamos desde luego algunas variantes que se refieren:

PRIMERO: Al dibujo de los grandes ríos.

SEGUNDO: A la representación de las cadenas de montes.

TERCERO: A que se trata no de un Atlas, sino de un mapa de grandes dimensiones en que está representado casi todo en el mundo hasta entonces conocido.

El defecto de la configuración de la costa Norte de Galicia, muy acentuado en **Visconti**, aunque subsiste en **Dulcert**, está mucho más debilitado; la península saliente, inmediata al río **Miño**, desaparece aquí dejando más al norte su entrante, que parece ser la **Ría de Vigo**; la **Desembocadura del Tajo** está bien figurada, así como la del **Sádao**, y la **Península del Cabo de Roca**.

La nomenclatura según ya hemos señalado en otro lugar es, salvo en alguna palabra en que ha existido alguna equivocación de copia, catalana, y en su estructura y en todo es, según hemos indicado parecida por considerable modo a la carta náutica denominada **mogrebina**; pero no es esto solo lo que hace que maticemos su origen español, no es tampoco el que indiscutiblemente se hiciera en Mallorca, según en ella está estampado por mano del mismo **Dulcert**, sino todo esto y el detalle tan significativo de la distinta representación de Italia y de los países de occidente, porque no se conoce que el que dibuja con precisión relativa las costas meridionales de Inglaterra, las occidentales de Francia, España y Portugal, las Orientales de España y las Meridionales de Francia y hasta las de Grecia y Turquía, fuera incorrecto al dibujar las de Italia; y deliniando el curso del Támesis, el del Rin, el del Mosa, Sena, Loira, Garona, Duero, Tajo, Guadalquivir, Segura, Ebro, y Ródano, con algunos de sus afluentes y con detalles bastante exactos de sus desembocaduras, y solo

esboce debilmente el Arno y el Tiber y oculte el Po, y no dibuje los montes Apeninos y presente la **Península Calabresa** con poca propiedad, pudiendo añadir como dato curioso, que dividiendo la carta en varias secciones circulares, la occidental tiene por centro de dibujo la proximidad de Gerona.

Hay en la **Biblioteca Nacional** en la sección de manuscritos una carta de marear cuya indicación se debe a **Cesáreo F. Duro**⁸⁹, hermoso ejemplar y preciada joya geográfica española; es anónima, pero desde luego puede afirmarse que está realizada por españoles, bien fueran estos catalanes o de Baleares.

Como ejecución, en el dibujo geográfico es mediana, por no decir mala; por la ornamentación representada por las **rosas de los vientos**, y por las figuras de camellos y de monos, es curiosa; por las indicaciones geográficas, interesante, pues por la parte superior o septentrional, la carta termina en **Bologna** (Boulogne Sur Mer en el Canal de la Mancha), sin que por esto se pueda afirmar que desconocía los países situados más al norte, pues se ve que quiso hacer centro a la altura de los Pirineos próximamente, faltándole aquí espacio para poder seguir dibujando; no le sucede así por el Su donde todavía le quedaba sitio para consignar algunos nombres de la costa occidental de Africa, sin embargo se detiene en el

⁸⁹
1830 a 1908.

rio de Lera (rio de oro), y en el Cabo Sintra, que está en sus inmediaciones, de donde se deduce que solo hasta aquel punto era conocido el continente africano, en sus costas atlánticas.

Las **Islas Canarias**, están representadas y tienen los nombres de **Isla Graziosa, Isla Allagranza, Isla Forteventura, Isla Gomera, Isla de la Palma, Isla Canaria, Etc,** y si bien pudiera sospecharse por esto último, que pudo construirse en tiempos posteriores al año 1345, nos induce a suponerla anterior la circunstancia de que en 1545, antes de realizar su expedición Jaime Ferrer, ya era conocido **Rio de Oro** y las **Islas Canarias**, puesto que en 1344 el **Papa Clemente VI**, había investido en **Avignon**, a **Don. Luis de España y de la Cerda**, con el **Título de Príncipe de la Fortuna con la soberanía de las Islas Canarias**, que entonces se denominaban **Islas Afortunadas**, aunque no se habría avanzado más al Sur y para suponer una fecha más retrasada hay el inconveniente grave de que entonces debería siendo como es española y dentro de este concepto catalana o balear, consignar cual lo hacen las posteriores de esta filiación (**Atlas Catalán y Mecia de Viladeste**), el viaje del mallorquín **Jaime Ferrer** el cual salió el día diez de agosto del año 1346 hacia el **Rio de Oro** con un barco, el día de **San Lorenzo**, y cuya cita se hace en varios mapas⁹⁰.

90

Según un manuscrito existente en Génova, Jaime Ferne Catalán, salió de la ciudad de los Mallorquines en una pequeña galeaza el día de la fiesta de San Lorenzo, que es el décimo día del mes de agosto, del año 1346, para ir al Río de Oro, y de esta galeaza no se ha tenido jamás noticia.

Este mapa o planisferio contiene además de los mapas consignados y de los nombres de los puertos algunos montes y en Jerusalén aparecen las tres cumbres del Calvario con sendas cimas; distinguiéndose también por expresar los nombres de las regiones españolas en las formas siguientes:

**Navarra, Catalognia, Biscaia, Aragon,
Porto Gallo, Spania, Valensia, Landalusia y Arago.**

Del mapa catalán pasaremos al estudio del de los hermanos **Pizigani** construido en el año 1367, mapa en el cual abundan los detalles del interior y cambia la estructura siendo más bien un mapa general que una carta marina.

En sus lineamientos hidrográficos exteriores e interiores, esto es, en sus costas y ríos, el mapa de los **Pizigani**, no adelanta en realidad en nada al mapa de **Dulcert**: el Tajo forma una gran curva casi cerrada, empezando en el Oeste para seguir por el Norte al Este y luego hacia el Sur encerrando a la ciudad de Toledo. Se encuentra en aquel mapa, el Segura y el Betis enlazados en su nacimiento como salidos de igual fuente, y en cuanto al río Ebro que ambos hacen nacer de los Pirineos Centrales y bajar al Sur hacia Zaragoza, para luego buscar la desembocadura corriendo hacia el Oriente tampoco en nada origi-

nal.

La representación de las montañas también puede haber sido tomada de aquel otro mapa, bien que la ampliación que en este experimentan obligue a suponer otras fuentes de conocimiento; en cuanto a las poblaciones son de notar las altas torres centrales de la mayor parte de ellas destacando por su dibujo la ciudad de Santiago, que aparece en forma de hermosa catedral de ancha portada y esbelto campanario. Gerona, Oporto, Sevilla, Valencia y Granada, cuyas banderas indican reinos españoles.

En el contorno de las costas no hay progreso ni adelanto alguno, siendo inexplicable el retroceso que se nota en este punto y que resulta evidente en la carta anónima descrita en el precedente lugar, y en esta última.

En la primera mitad del siglo XV en el año 1436, está fechado un atlas que se estima como preciada joya de la cartografía italiana. Me refiero al Atlas de **Andrea Bianco**, compuesto de diez cartas o mapas en uno de los cuales aparecen en un tamaño semejante al de otras cartas ya citadas, la **Península española**.

También tiene un mapa-mundi circular muy adornado con torres, iglesias, casas y castillos que representan personajes y ciudades importantes; en España hay

este letrero "**Rex Hispania e Castilie**", emplea la proyección cónica idéntica por su construcción a la que acompañaba a los manuscritos de la obra de **Ptolomeo** en este siglo y anterior; y un tercer mapa del cual ya hemos hecho mención en otro lugar. Para que en todo sea semejante este último tiene los siete climas.

Desde luego es de notar en este atlas que no coinciden de modo alguno los perfiles de España dibujados en dos hojas distintas, notándose gran diferencia en los perfiles de Galicia y Cataluña, que en la carta o mapa mayor son entrante el primero, y recto en general el segundo, en el cual queda el Cabo de Creux bastante más bajo que la Costa Cantábrica, mientras que en el más pequeño la costa de Galicia, termina en un saliente escalonado, y el Cabo de Creus, queda a mayor altura que la Costa Septentrional de España, las Islas Baleares aparecen muy mal dibujadas, y también es sumamente incorrecta la desembocadura del río Guadalquivir aunque está presente en ambos mapas mucha analogía. La ciudad de Santiago de Compostela, así como los ríos Segura y Guadalquivir, son los únicos detalles del interior de la Península.

Si a esto se le une la circunstancia de que en Francia e Inglaterra los perfiles aparecen desproporcionados y falsos, no vacilaremos en afirmar con razón que el arte cartográfico, mejor, la ciencia geográfica, no llegó en Italia ni en los comienzos de este

siglo ni en los del siglo anterior, por lo que a la Europa occidental se refiere, a la altura que llegó a alcanzar en España en esta época y aún en tiempos más remotos.

Muchos de los trabajos de los cartógrafos de esa época eran simples copias alteradas de trabajos anteriores, pues de ser trabajos realizados mediante cálculos de distancias para determinar la posición de los lugares, se daría el caso de que en una misma colección variarían los detalles, alejándonos cada vez más de la verdad .

La carta española de **Gabriel de Valseca** del año 1439 ver **ilustración 41**, contemporaneo del atlas de **Vianco**, constituye un interesante ejemplar de la **cartografía marítima española**. Esta carta realizada por el susodicho **Gabriel Valseca**, náutico Mallorquín del siglo XV, fue trazada sobre un pergamino de cinco palmos de longitud por cuatro de ancho. Esta exactísima carta náutica y geográfica, explicada en lengua mallorquina, contiene todo lo conocido hasta llegar en la costa de Africa a Civitas Meli, y al Rio del Oro. Este precioso documento muestra que al paso que iban aumentando los descubrimientos, se aumentaban las cartas; que no era solo la escuela de Sagres, los que las construían, y por las notas que posee, se deduce el aprecio en que eran recibidas en otras partes; y también se puede asegurar que en su época aún no se habían inventado en aquella escuela

las cartas púramente hidrográficas, que por la figura que prestan a la tierra, se denominan planas.

El nombre de su autor puede leerse en un lado del pergamino con los siguientes términos: **Gabriell de Valsequa la feta en Mallorca aány MCCCCXXXVIII**. Detrás tiene una nota que dice textualmente: **"Questa ampsa, pesse di geografia, fa pagata da Americo Vespucci XCCC ducati de oro di marco"**.

Se dan a conocer en esta carta las potencias que dominaban en todas partes de Europa y en los demás lugares del mundo entonces conocido, señalándolas con su propio estandarte. Los principales hechos de aquellos tiempos se demuestran con figuras, ilustradas con notas en idioma mallorquín. Aunque no se designan los grados de **longitud y de latitud**, se señalan los ocho vientos principales con la proporción adecuada de la distancia, dándose a conocer por este medio la diferente situación de las tierras.

CAPITULO VI

LA EVOLUCION DE LA ESCUELA DE CARTOGRAFIA NAUTICA MALLORQUINA

La **Escuela de Cartografía Náutica Mallorquina**, se caracterizó por trazar con gran maestría el contorno del **Mar Mediterráneo**, Africa occidental (hasta el Cabo Bajador), las costas atlánticas de Europa (incluidas las de las Islas Británicas y de Escandinavia). Así mismo esta escuela se enarboló como madre de las cartografías sevillana y portuguesa.

Para centrar el estudio de la **Escuela de Cartografía Mallorquina** hay que resaltar ante todo dos puntos:

PRIMERO: La perfección de la cartografía náutica medieval, que contrasta con la cartografía que podemos denominar culta de la época.

SEGUNDO: La participación española desde sus orígenes es esta importante producción científica.

De esta manera, se denomina cartografía culta⁹¹ a aquella cartografía que se realizó en ambientes monásticos y universitarios con fines puramente intelectuales, entrando en contraposición con la cartografía hecha en los puertos con la finalidad esencial de facili-

⁹¹ Problemas cartográficos de la Edad Media. J.Rey Pastor. Revista de la Universidad de Madrid, año 1952, Volumen número uno.

tar a los pilotos la orientación de sus naves. Podríamos encontrar el antecedente de este tipo de representación cartográfica culta en las obras de **Osorio y de San Isidoro de Liebana**. **Osorio** escribía en el año 416 la obra titulada "**Historia contra los paganos**", y en copias del siglo VII⁹² se incluyen sendos mapamundis. Pero es **San Isidoro de Liebana** en sus **Etimologías**, el escritor de su época que prestó más atención a la descripción de la cartografía. Estas dos representaciones de las más importantes escogidas a modo de ejemplo son lo que se denomina una cartografía culta, las cuales no se atienden a ningún sistema de representación geométrica o científica, son más bien ilustraciones gráficas a descripciones geográficas, que auténticos mapas en el sentido moderno de la palabra. Por esto sorprende la aparición de las cartas náuticas en el siglo XIII, en las que se utiliza un sistema de representación sistemático y científico mediante el que consigue una figura altamente coherente con la realidad y que constituyeron el instrumento práctico en la orientación de las navegaciones.

Para comprender la importancia de la cartografía náutica medieval, no basta compararla, aunque esta comparación es ya elocuente, con las representaciones geográficas que hemos denominado cultas, sino que hemos de examinar, aunque sea someramente, la dificultad de la

⁹² Una que se conserva en la Biblioteca de Albi, y otra traducida al anglo-sajón por Alfredo el Grande que se conserva en Inglaterra.

representación cartográfica debido a la no desarrollabilidad de la esfera, esto es, la imposibilidad de que la superficie esférica se pueda desarrollar sobre un plano sin desgarraduras ni dobleces. Esto es motivo de admiración de como en la **Edad Media** se consiguen unas representaciones cartográficas del **Mediterráneo**, y aún de toda la costa europea, con una precisión tal que coincide a modo global con los modernos mapas que representan estas regiones.

Sin embargo, pese a la no desarrollabilidad aludida, si consideramos a las cartas de marear como representaciones de una zona geográfica, con la finalidad de facilitar la navegación, es decir, la representación plana de uno o varios mares, con los accidentes interesantes para el tráfico marítimo que permitían al marino de la época realizar una navegación por rumbos. Lo esencial en estos mapas es la conservación de los ángulos. Por tanto la carta náutica debe de representarse por líneas rectas⁹³ todas las curvas de viento o loxodrómicas de la superficie esférica, debiendo conservar cada dos rectas en el mapa el mismo ángulo que los dos vientos correspondientes forman entre sí.

La dificultad de esta representación se genera en que los **rumbos**, rectas en el mapa, corresponden a curvas loxodrómicas en la esfera, es decir, curvas que tienen la propiedad de cortar a todo los meridianos bajo un ángulo

⁹³ Red de vientos del mapa.

constante. El conocimiento de que las curvas con esta propiedad no son círculos máximos, se debe a **Nunes**, quien se hizo la siguiente observación crítica:

Si un navío parte del Ecuador con rumbo constante, por ejemplo Nordeste, es decir, si navega formando un ángulo de cuarenta y cinco grados con el meridiano hacia el Nordeste.

¿Como es posible que navegando siempre hacia latitudes crecientes llegue al hemisferio Sur como debería acontecer si recorriera una circunferencia máxima?. Por tanto, se ve por intuición que el rumbo o loxodrómica tiene estructura espiriforme que tiende a enrolarse en una infinidad de vueltas en cada polo. La solución teórica de la representación de los rumbos en las cartas náuticas dio pues comienzo con **Nunes**, siguiéndole **Etzlaub** al introducir la idea de las latitudes crecientes (ya que al ser las loxodrómicas curvas de longitud infinita los polos se hacen inaccesibles en su representación sobre la carta), y se concluyó con **Mercator** al realizar este su mapa fechado en el año 1569, ver **ilustración 42**.

Las dificultades intrínsecas en la representación cartográfica de los mapas náuticos, se vieron obvias debido a:

Primero: A la utilización de la Brújula como

instrumento de medida.

SEGUNDO: Al estar las zonas de representación (el mediterráneo) comprendidas dentro de una pequeña variación de latitudes.

TERCERO: Al utilizar el método empírico como criterio de verificación.

En efecto, fue la difusión del uso de la brújula como instrumento náutico lo que permitió la aparición de las cartas náuticas, ya que a causa de ella se pudieron medir con cierta precisión los ángulos que formaban los rumbos con el Norte. Así, aunque no existe certeza de la forma en que se realizaba la toma de datos para la construcción de las cartas náuticas, se supone que estos se toman de los **libros portulanos o derroteros**, en los que se incluían el rumbo marcado por la brújula entre dos puertos y se estimaba al azar la distancia entre dichos puertos. Habría que remontarse al siglo XIII para ver como se las ingenieron los primeros dibujantes de mapas de regiones de costa, que más tarde fueron recopilados por alguien en una sola carta náutica más extensa. Suele suponerse, pese a la contradicción teórica que ello entraña, que los pioneros de la cartografía fijaban en el pergamino los cabos sucesivos de una costa por la denominada norma de **rumbo-distancia**, es decir, llevando al mapa los vectores dados en coordenadas polares por el derrotero. Pero nosotros nos inclinamos más a pensar en la

posibilidad de que para realizar la representación cartográfica se partiese de dos puntos fijos y se determinase la posición de cada punto de la costa por la intersección de sus dos **rumbos** respecto a los puntos fijos considerados; de este modo, usando solamente **medidas** (mucho más precisas que las distancias) quedarían excluidas las estimaciones de distancias de precisión mucho más difícil de conseguir. Este sería el método más exacto y menos trabajoso para efectuar el levantamiento por medio de una brújula de una cuenca o zona costera.

Suponiendo cumplida esta condición, este relevamiento meramente angular tendría una ventaja inmensa: la carta así construida sería exactamente la proyección de **Mercator**, sin paradojas ni errores, y conseguida de forma empírica tres siglos antes.

Cuando en la segunda mitad del siglo XV, se difunde la obra de **Ptolomeo** la "**Geografía**", y con ella la denominada "**carta plana**", con sus variadas proyecciones⁹⁴ quedaron patentes las contradicciones entre este tipo de representación y la representación isogonal utilizada en los portulanos. Por eso se debe considerar como un retroceso⁹⁵ la influencia ejercida por los clásicos, que ponía por encima los argumentos de autoridad a aquellos que provenían de la

⁹⁴ Especialmente las primitivas debidas a Marino de Tiro, cuadrículadas de latitudes y longitudes, siendo estas equidistantes.

⁹⁵ Las deformaciones introducidas por Ptolomeo no se deben sólo al sistema de representación utilizado, sino también al hecho de que disponía de las coordenadas de un número no muy abundante de puntos y algunas de ellas manifiestamente erróneas, tal como puede verse en la representación de Escocia, o de la Península Ibérica.

propia experiencia. En cualquier caso estas contradicciones hicieron ensayar y desarrollar distintas formas de proyección, sobre todo cuando se quería representar en su rectángulo zonas geográficas que comprendiesen diferencias de latitud importantes. Por ejemplo, si pretendemos representar en el hemisferio boreal Africa del Norte y Europa del Sur, desde cero grados hasta sesenta grados, es decir, desde Guinea hasta Escocia, ambas localidades inclusive, entre dos meridianos arbitrarios, sobre un mapa rectangular observaremos que son iguales, en el mapa, sus extremos Norte y Sur, aunque la realidad sea muy distinta. En efecto, el extremo Norte es la mitad del extremo Sur, y como tal debería figurar en la carta, y así aparecería en los portulanos, razón por la que estos siguieron en uso durante mucho tiempo.

Otro fenómeno que plantea conflicto entre el método portulánico y el ptolemáico de coordenadas geográficas fue la **declinación magnética**. Este fenómeno, conocido con anterioridad a Colón y observados su variación con las longitudes por primera vez por Colón el 13 de septiembre de 1492, hizo que la representación portulánica poseyera un error sistemático: un giro en el sentido contrario al de las agujas del reloj, de unos nueve minutos aproximadamente, el cual afectaba a las latitudes. Esta rotación a la **declinación magnética**, no podía ser notada en el siglo XIII por los cartógrafos ni por los navegantes antes de ponerse en uso la ballestilla (ver ilustraciones 82 y 83) y el cuadrante que les permitiese medir las latitudes geográficas, y aunque el

astrolabio habría bastado para medir la altura de la Polar o del Sol al medio día, y el **nocturlabio** (ver **ilustración 84**), al ser suficiente conocer el rumbo para llegar al puerto de destino no se prestó atención a las latitudes, ni estas afectaban a la buena navegación de la época.

Desde el comienzo del siglo XVI, es frecuente incluir escalas de latitudes en los mapas construidos con la técnica de los portulanos. Por una parte, la utilización de latitudes se hacía imprescindible en las grandes navegaciones fuera del Mediterráneo, pero por otra la brújula seguía siendo el instrumento básico de la navegación y por tanto las cartas debían ser isogonales. Esta contradicción no se resuelve hasta la realización de la carta de **Mercator** de 1569 en la que se incluyen las latitudes crecientes, y por tanto incluir antes de esta fecha las escalas de latitudes iguales no mejora la calidad de la carta, sino por el contrario induce a terminos de confusión, patente en algunos mapas al introducir dos escalas de diferentes latitudes.

Desde la monumental obra de **Nordenskiöld** (**Periplus**), en la que se considera a la **Escuela Mallorquina**, como creadora de este tipo de productos náuticos, siguen esta tesis otros autores entre los que citaremos, por citar tan solo a dos de ellos, **Winter** con su obra titulada **Das Katalonische problem in der aelteren kartographie**, la cual publicó en el año 1940 en Hamburgo, y a **Destombes** el cual publicó su obra en París en el año 1952 con el título de

Contributions pour un Catalogue des cartes Manuscrites, 1400-1500. Cartes Catalanes du XIV siecle. Por otro lado la tesis del origen italiano de los portulanos, es defendida con vigor por varios autores italianos entre los que citaremos a Magnaghi con su obra titulada **"Sulle Origine del portulano normale del Medio Evo e della cartografia dell'Europa occidentale"**, publicada en Florencia en el año 1909. Otro defensor de esta doctrina es Almagia con su obra titulada **"Intorno allá piu antica cartografia nautica catalana"**, publicada en Florencia en el año 1945, otro autor es Caraci con su obra titulada **"Italianini e catalani nella primitiva cartografia nautica medievale"**, editada en Roma el año 1959, y entre otros investigadores no italianos por el alemán Kretschmer con su obra titulada **"Die italianischen Portolane des Mittelaeters"** editada en Berlín en el año 1909.

En principio considero como cartografía mallorquina, al conjunto de todas las cartas náuticas firmadas en Mallorca o en un lugar diverso por cartógrafo mallorquín, siempre que ambas cosas figuren explícitamente escritas sobre la carta, estén sobradamente documentadas o las leyendas estén en catalán. Sobre estas cartas analizamos las notas que le son peculiares y sobre ellas definimos un estilo. por último según su afinidad con este estilo, adscribir cartas anónimas, o de autores que no indiquen su nacionalidad ni lugar de confección, a alguno de los autores o talleres mallorquines y ver la influencia y dependencia de estos talleres con otras escuelas cartográficas medievales.

Ante todo hay que distinguir en la **Escuela Mallorquina** dos tipos de producciones: las **cartas de marear** destinadas estrictamente a este fin práctico y profesional⁹⁶, y las **cartas a la vez náutica y geográfica**, en las cuales reside la gran originalidad mallorquina, cuyo prototipo fue por muchos años el Atlas catalán anónimo del año 1375.

En efecto, con excepción quizás de la importante carta, sin fecha, de **Mossén Juan de Carignano**⁹⁷, no aparece en las cartas italianas más antiguas ese estilo de carta geográfica enciclopédica, que es a la vez instrumento de navegación y exposición de conocimientos de geografía física⁹⁸, de geografía biológica⁹⁹, y de la geografía política¹⁰⁰, todo ello con leyendas explicativas en latín o en catalán, en ingenua forma gráfica no superada en los libros de la época.

Los ejemplos más típicos de tales documentos de geografía integral son las cartas de **Dulcert** de 1339 y las realizadas por **Cresques** en 1375. Esta alcanza la máxima perfección en el género por contener además un célebre calendario astronómico, provisto de un monogramamóvil, primer

⁹⁶ Un ejemplo de este tipo puede ser la carta de marear de Soler realizada en el año 1385.

⁹⁷ Muerto en el año 1340.

⁹⁸ Orografía, hidrografía y otros accidentes del suelo.

⁹⁹ De la flora y de la fauna.

¹⁰⁰ De la biografía sucinta de monarcas, y datos de costumbres.

ejemplo conocido de tales métodos de cálculo, que alcanzarán siglos después la perfección máxima en la **Astronomía cesarea**, de **Pedro Apiano**, editada en el año 1540. Este estilo se conserva durante los siglos siguientes como podía apreciarse en las obras de los **Viladestes, Valseca, Rossell, Ripoll**, los **Bertran, Domenech**, etc...

Pero veamos cronológicamente la evolución y el desarrollo de la cartografía mallorquina. Aunque se remonta a **Raimundo Lulio**, la primera mención de carta náutica, el primer hecho positivo que conocemos de la historia de la cartografía mallorquina es la carta de **Angelino Dulcert** fechada en el año 1339, hecha en Mallorca y conservada actualmente en la **Biblioteca Nacional de París**.

El primer punto fijo que encontramos en la cartografía mallorquina es el conjunto de tres cartas de la misma época construidas de forma tan semejante entre sí, que si no son del mismo autor existió entre ellos estrecha relación; de las tres, la que más datos nos da sobre su patria, edad y realización, es la relativa a **Angelino Dulcert**, construida en mallorca en el año 1339. Una de las otras cartas, fue realizada por **Angelino Dalorto** en el año 1330, en lugar desconocido, y la última, enteramente anónima, tal vez sea la más antigua de las tres, considerandosela como construida en el año 1327.

Este fundamental grupo de cartas encierra en su

confección todo el conocimiento geográfico y cartográfico de la época, y solo el Atlas catalán de París comprenderá además el Extremo Oriente, aunque se piensa que la carta de **Dulcert**¹⁰¹ cosa que parece un tanto improbable. El objetivo historiador **Descombres**, al no encontrar ninguna razón para suponer a **Daroto** italiano, observando que su forma estilística le aproxime tanto a la escuela de **Mallorca**, le considera como 'mallorquín. La otra carta, típica de la forma mallorquina, estudiada por **Winter**, es la obra anónima conservada en el **Museo Británico** de Londres, al que atribuye la fecha de 1327.

En estas tres cartas¹⁰² están las raíces tronco de la fecunda escuela mallorquina, pues ellas representan en su forma primitiva los principales accidentes geográficos interiores, escriben muchas leyendas que se conservarán, con ligeras modificaciones, durante dos siglos. Además, entre estas tres cartas existe una semejanza estilística tan notable, que muestran un estrecha relación entre los autores, si es que este no fue el mismo para las tres cartas, cosa que es bastante probable.

Después de esta eclosión de la cartografía mallorquina, que con precisión puede asignarse a época fija, existe una serie de anónimos que conservan los rasgos estilísticos anteriores algo evolucionados que llenan el

¹⁰¹ Según estudios realizados por Repanaz.

¹⁰² La de Dulcert, Dalorto, y la obra anónima del Museo Británico de Londres.

hueco existente entre el grupo formado por **Dulcert, Dalorto** y la obra anónima que se encuentra en el **Museo Británico**, y el grupo formado por los cartógrafos **Cresques** y **Soler** que se data alrededor de 1380. Estos anónimos, de unidad estilística admirable, son actualmente conservados en diversas bibliotecas de Europa, siendo los más notables los existentes en las **Bibliotecas Nacionales de Nápoles y de Florencia**, en el **Ministerio de Instrucción Pública de Roma**, en la **Biblioteca Vaticana**, **Archivo del Estado de Venecia**, o los conservados en la **Biblioteca Nacional de París**¹⁰³ y en el **Top Kapu Sarayi Katufane** de Estambul.

Existe un anónimo, el cual está sin firmar, que dada la copiosa información que sobre el se posee deja pues de serlo. Esta obra es el gran Atlas catalán, conservado en la **Biblioteca Nacional de París**. Este nos da un punto fijo para el estudio de la historia de la cartografía mallorquina. Sabemos que el cartógrafo mallorquín **Abraham Cresques**, relojero y constructor de brújulas y así mismo de otros útiles de navegar, recibió el encargo del rey **Pedro IV** de construir un gran mapa en donde se manifestasen todas las partes del mundo, para destinarlo como regalo del **Infante** que más tarde sería **Carlos V** de Francia. Se tiene la correspondencia en la que se reflejan las relaciones entre Francia y Cataluña a este respecto así como entre el rey **Pedro IV** y el cartógrafo **Abraham Cresques**, que fue ayudado en la confección de dicho atlas por su hijo **Jafuda Cresques**.

103

Los referidos a este centro están clasificados con la siguiente signatura Res.G.AA.751.

Lo mismo que el Atlas catalán no fue firmado, aunque se conoce su paternidad, hay varias cartas anónimas que se pueden considerar hechas por estos cartógrafos, cuya fama hizo que el Infante don **Enrique el Navegante**, al comprender la importancia de crear la escuela de **Sagres**, llamará a **jafuda Cresques**, ya convertido al cristianismo con el nombre de **Jaime Ribes**, para que dirigiera los trabajos cartográficos de esta escuela. En el siguiente párrafo recogemos la forma en que **Pacheco Pereira** en su obra titulada "**Esmeraldo de situ orbis**" manifiesta la importancia de la escuela cartográfica de Mallorca:

"Muitos beneficios tem feytos o virtuoso Infante Dom Enrique a estes Reynos de Protugal, por que descobrio a ilha de Madeyra no anno de nosso senhor de mil CCCXX, e ha mandou pououar e mandou a Cicilia pellas canas de acuar, que nella fez plantar, e pelios mestres que o afuquar emisinaram fazer aos Portugueses; a qual ilha agora mandou a ilha de mallhorca por um mestre Jacomo, mestre de cartas de marear, na qual ilha primeiramente se fezeram as ditas cartas, e com muitas dadivas e merfes ho ouue nestes Revnos, ho qual as ensinou a facer áquelles de que os que em nosso tempo viuem, aprenderam".

Vemos de esta manera cómo la cartografía mallorquina origina la que después fue fecunda escuela

portuguesa a la que debemos las primeras delineaciones precisas de Africa y el Océano **Indico**, y de la cual salieron cartógrafos que más tarde trabajarían en Sevilla, en la confección del "**Padrón Real**", en el que se representan los conocimientos que provenían de América.

La primera carta firmada de las **cartas mallorquinas puras** mallorquinas, es la de **Guillermo Soler**, datada en Mallorca en 1385, pues la primera conocida no tiene autor ni fecha, aunque posiblemente pueda atribuirse a **Dulcert**.

El otro trabajo conocido de **Soler**, firmado en Mallorca, que se le atribuye generalmente al año 1380, es del tipo **náutico-geográfico**, lo que nos manifiesta por primera vez de forma bastante explícita el cultivo por un mismo cartógrafo de los dos estilos mallorquinaes, es decir el **náutico puro** y el **náutico geográfico**, como más tarde harían **Valseca** y **Rosell**.

La estima general que en el reino de Aragón alcanzaron las cartas náuticas sobrepasó las fronteras de su uso puro náutico-científico, para ser consideradas con gran estimación y conservadas por la clase más culta de la época, como se pone de manifiesto en las abundantes citas coetáneas. Una de las más importantes referencias sobre este hecho es la correspondencia entre los reyes de Aragón y de Francia sobre la carta de los **Cresques**, destinada a **Carlos V**; pero

no es este el único testimonio que aparece en Cataluña, pues el último documento publicado por Bofarull en su libro antigua marina catalana menciona seis cartas existentes en la biblioteca del rey don **Martín**, muerto en el año 1410; también sabemos que uno de los premios literarios otorgados en un certamen literario de Valencia consistía en una carta náutica, como consta en la gran colección de documentos publicados por **Julio y Lluç**, donde se incluyen varios datos relativos a cartas útiles al arte de marear.

El siglo va cambiando, pero la cartografía mallorquina continúa su evolución. La carta de **Mecia de Viladestes**, fechada en el año 1413, conservada en la **Biblioteca Nacional de París** muestra un gran esplendor gráfico, pero el oro y las finas miniaturas no hacen decaer la precisión geográfica. Este cartógrafo trabajará todavía en el año 1423; y no es el único miembro de la familia **Viladestes** ocupado en cartografía, pues conocemos a **Johanes de Viladestes**, que en el año 1428 construyó la carta que actualmente se conserva en Estambul.

A los **Viladestes**, sigue cronológicamente **Gabriel de Valseca**, el cual presenta la particularidad que junto a su monumental obra conservada en la **Biblioteca Central de Barcelona**, fechada en el año 1429. Así mismo se conoce otra carta de este autor, la cual se conserva en el **Archivo de estado de Florencia**, fechada en el año 1449.

Surge Pere Rosell, cuando la **Escuela de Cartografía Mallorquina**, había alcanzado ya la máxima fama, y el con su trabajo la encarnaría durante medio siglo, dándole su personalidad netamente mallorquina según la tradición, según las cartas por él firmadas, las cuales alcanzan la cifra de nueve, a las que generalmente se le agregan o atribuyen cuatro más por su identidad estilística, que bien pudieran ser obra de los discípulos de su taller. Es **Rosell** además de fecundo cartógrafo y maestro de una escuela, un cartógrafo abierto a las nuevas informaciones, dando una cierta flexibilidad a sus representaciones, como se manifiesta de forma patente en la carta firmada por él en el año 1462, conservada en la **Biblioteca Nacional de París**, no limitándose a través de sus obras a colocar de un patrón, sino que a cada una de ellas la adapta al uso y a la zona a la que era destinada.

Hay otros cartógrafos que con sus productos terminaron por llenar la última mitad del siglo XV. De todos ellos es de **Jaime Bertán** del cual conocemos más cartas: Dos conservadas en la ciudad de **Florecia**¹⁰⁴, y otra conservada en la ciudad británica de **Greenwich**¹⁰⁵.

La carta de **Arnaldo Domenech**, del año 1486,

¹⁰⁴ Una del año 1482 conservada en el Archivo di Stato de Florencia, y otra carta conservada en la Biblioteca Marucelliana, la cual está fechada en el año 1480.

¹⁰⁵ Esta carta fue realizada en el año 1456 colaborando en la realización de la misma Berenguer Ripoll.

conservada en la ciudad de **Greenwich**, tiene la particularidad de que conservando el estilo y declarándose explícitamente de la **escuela de Mallorca**, está firmada en **Nápoles**. Existe otra conservada en la **Biblioteca del Congreso Norteamericano**, en **Washington**, la cual data del año 1484.

Hay varios anónimos que siendo de este siglo no podemos atribuirles una fecha más aproximada. Entre todos representa gran interés el mapamundi circular conservado en la **Biblioteca Estense**, de **Módena**, ya que es el único producto mallorquín que presenta este formato, representando todas las características del estilo mallorquín, y usando el idioma catalán en sus leyendas. Otros anónimos indudablemente mallorquines se encuentran en la misma biblioteca de **Módena**, y es interesante aunque poco estudiado el fragmento conservado en la caja fuerte de la **Biblioteca Comunal de Mantova**.

El cambio de siglo marca otro momento importantísimo en la historia de la cartografía, que lo marca clara y nítidamente, la carta de **Juán de la Cosa**, pues conservando aún muchas características de la **Escuela Mallorquina**, le está reservado el privilegio de comenzar la representación cartográfica de América, objeto para lo que fue creada más tarde la **Escuela Cartográfica de Sevilla**, que logró llevarlo a buen fin con la creación del "**Padrón Real**", en el que se representaron los sucesivos descubrimientos americanos. Ignoramos en nuestro estudio a **Juán de la Cosa** debido a los innumerables estudios que se han realizado de

este marino y cartógrafo santanderino.

CAPITULO VII

LOS PRIMEROS TRATADOS SOBRE

NAUTICA

Después de la empresa de América, la Península Ibérica fue la región más llamada al cultivo de las obras de **Geografía** y **Astronomía**, ya que al movimiento práctico hubo de responder un desarrollo teórico en que recogieran las enseñanzas que la ampliación del horizonte geográfico trajo. Así, durante el siglo XVI aparecen obras, ya de castellanos o ya de autores extranjeros más antiguos que volvieron a sacarse a luz con nuevos comentarios. Es un movimiento complejísimo, donde el descubrimiento de otra parte del mundo, el poderoso empuje del Renacimiento y el prurito especulativo colaboran a que los espíritus despierten, y que aunque fracasasen a menudo se busque una explicación a los fenómenos naturales. Los conocimientos de Aristóteles, legados a Ptolomeo y por éste al "Al-Magesto", vuelven a tomar cuerpo científico y a ser artículos de fe. Pero las fábulas de la Polyhistoria de Solino, símbolo perfecto de la monstruosa y confusa Edad Media, sirve a los autores para llenar el hueco de las verdades científicas.

Realmente poco de original y científico puede encontrarse en las obras que hemos estudiado acerca de la Geografía, pertenecientes al siglo XVI. Hay que llegar a un siglo después para encontrar en el insólito Vareño verdaderas teorías e hipótesis científicas acerca de los fenómenos de la Geografía física, pero en estas obras o se siguen con demasiada fidelidad los textos sagrados o se toma como

artículo de fe la autoridad de los "Santos Padres paganos" (Aristòteles, Ptolomeo) o, en fin, si se quiere explicar algo se hace de un modo pueril, como se verá màs adelante. Sirve al menos el estudio de estas obras para idearse del estado del conocimiento científico de la Geografía en el siglo XVI. Hay que decir ademàs que, especialmente en las obras de tratadistas españoles, es mucho más el valor "pràctico", en cuantó al arte de navegar se refiere, que el científico o de geografía natural.

Uno de los primeros autores en realizar textos relacionados con la nautica fue el gramático español Elio Antonio de Nebrija, también conocido por Lebrija¹⁰⁶, Martínez de Jarava, y en latín por Aelius Antonius Nebrissensis, destacó en cosmografía, tema el cual era totalmente desconocido para él, del cual adjuntamos en el Apéndice Documental una litografía con su rostro en la ilustración 43. Antonio Nebrija, publicó dos tratados:

El primero en Latín titulado "In Cosmographie libros introductorium".

El segundo, en castellano, con el título de "Tabla de la diversidad de los días y de las horas y partes de hora en las ciudades, villas y lugares de España, y otros

¹⁰⁶ Elio Antonio de Nebrija, gramático español nacido en la ciudad que lleva su nombre, en el año 1444, y muerto en el año 1532. Fue cronista de los reyes Católicos, y profesor de gran elocuencia en las universidades de Salamanca, Alcalá y Sevilla. Colaboró en la Biblia polígota de Cisneros, y fue el primero en medir en España un grado de meridiano terrestre a finales del siglo XV. Sus obras más importantes fueron: Gramática Latina, y Gramática Castellana.

de Europa que les corresponden por sus paralelos".

Respecto de la primera de las obras citadas, han sido diversos los autores que han discrepado sobre la fecha y lugar de su publicación, de tal modo que en el trascurso de más de 400 años, han existido problemas para encontrar algún ejemplar. Así, **Nicolás Antonio**¹⁰⁷ en su obra "**Biblioteca Nova**" (Roma 1672), hace mención a una edición realizada en París la cual aparece sin indicar el año de su publicación. Para **Juan Bautista Muñoz**¹⁰⁸, en el año 1799, a través de los elogios recibidos por **Antonio Nebrija**, afirmaba que la fecha de su publicación fue hacia el año 1490. **Pedro Lemus y Rubio**¹⁰⁹, en "**El Maestro Antonio de Nebrija**" (París 1911), indica que fue impresa en Venecia en el año 1486. **Martín Fernández de Navarrete**¹¹⁰ en su "**Biblioteca Marítima**", la describe de manera extensa sin la aportación de datos significativos. Sin embargo **Conrado Haebler**¹¹¹, en su **Bibliografía Ibérica del siglo XI** (Madrid 1898), dice que fue editada en la ciudad de Salamanca en el año 1498 y que además

107

Nicolás Antonio, nació en Sevilla en el año 1617, y murió en Madrid en el año 1684. Fue Doctor en Derecho por la Universidad de Salamanca. Publicó dos obras notables: "Biblioteca Nova", y "Biblioteca Hispana", las cuales le sirvieron para que le nombrara, Felipe IV, agente en Roma de los reinos de España, Dos Sicilias y Ducado de Milán.

108

Historiador y filósofo español, el cual nació en Museos (Valencia), en el año 1745, y muerto en 1799. Fue el introductor de la filosofía moderna en España, y nombrado "Cosmógrafo Mayor de las Indias", además de recibir el encargo de Carlos III de escribir una obra sobre los descubrimientos y conquistas de las Indias.

109

Pedro Lemus y Rubio, el cual nació en Sevilla, obtuvo la cátedra de literatura en el Instituto de Cabra, y fue un destacado colaborador en las revistas literarias francesas de principios del siglo XX.

110

Natural de Avalos (Logroño) en 1765, y muerto en Madrid en 1844. Fue educado en el Seminario de Vergara, y después ingresó en la Armada. En 1815 fue secretario de la Real Academia de Bellas Artes y en el año 1824 fue Presidente de la Real Academia de la Historia.

111

Nació en Dresde en 1857, realizó diversos viajes a España con el príncipe Federico Augusto. También fue corresponsal en su tierra natal de la Real Academia de la Historia de Madrid.

existían ejemplares en la Biblioteca Nacional de Madrid. Finalmente el historiador Segundo de Ispizua¹¹², en su obra "Historia de la Geografía y de la Cosmografía en las edades antigua y media, con relación a los descubrimientos oceánicos de españoles y portugueses, con setenta mapas históricos, de ellos treinta náuticos o marinos, anteriores al descubrimiento de América" (Madrid 1922), siendo este autor el que mayor número de datos aportó respecto de la obra realizada por Antonio Nebrija.

Como resultado de las citas anteriores, en el año 1930 el Secretario de la real Sociedad Geográfica, Vicente Vera y López¹¹³ ayudado por Director de la Biblioteca Nacional, Rodríguez Marín, encontraron el anhelado tratado de Nebrija, el cual se hallaba encuadernado junto con otros siete folletos más que trataban de Cosmografía y rudimentos de Astronomía titulados "Ptolomei Mathematicae constructionis, liber primus". La obra buscada aparece la siguiente inscripción "Aelii Antonii Nebrissensis, gramatici, in cosmographiae libros introductorum, multo quantea castigatus", junto con un grabado que representaba el tiempo en figura de sátiro, con alas y una guadaña y en el pie aparece escrita la siguiente frase "Parisiis ex officina Simonis Cotinaei, 1533", siendo por lo tanto este ejemplar posterior a la edición realizada en Salamanca.

¹¹² Nació en Bermeo, y murió en Madrid en el año 1924. Dedicó toda su obra a la divulgación a la divulgación de la intervención de los vascos en el descubrimiento y colonización de América.

¹¹³ Nació en Salamanca en 1855 y murió en Madrid en el año 1934. Realizó bastantes obras en el campo del periodismo, las letras y en las ciencias físico-químicas, pero realmente destacó en los ámbito histórico-geográfico.

En esta obra **Nebrija** es el primer tratadista en afirmar que la mayor parte de la superficie de nuestro planeta se encuentra cubierta de agua, además de hacer un comentario al descubrimiento de las Antillas y de las tierras continentales próximas por nautas y portugueses, cifrándose la obra en un total de diez capítulos.

La segunda obra de **Nebrija** escrita en castellano fue impresa en Pamplona en el año 1499 . El autor justifica su trabajo así como las circunstancias que le movieron a componerlo y publicarlo. La **Tabla** tiene dos columnas verticales con los días del año, meses y en columnas horizontales las horas y minutos correspondientes a cada día según los paralelos 36 al 44, los cuales abarcan toda la península. Finalmente narra las reglas para el uso de la tabla principal así como una segunda tabla de longitudes de 150 poblaciones de Portugal, Francia, Italia, y España, y una explicación de los términos usados por el autor.

Tal vez se podría rendir un homenaje a la memoria de **Antonio Nebrija**, y prestar con ello un buen servicio a la cultura nacional, reeditando estas dos obras, por ser poco conocidas y sobre todo por su valor científico.

La obra que popularmente se conoce con el primer texto de **náutica** impreso en España, (aunque bien hemos demostrado que no fue así, debido a **Antonio Nebrija**), es la

titulada, "Suma de geographia que... trata largamente del arte del marear" (1519) cuyo autor fue el sevillano Martín Fernández de Enciso, ver ilustración 44. Su autor pasó la mayor parte de su vida en el Nuevo Mundo, y participó activamente en las tareas iniciales de exploración y colonización de América Central. La parte geográfica del libro, se centra con cierta inquietud en la costa americana, de la cual' ofrece un autentico derrotero tal como mostramos a continuación parte del prefacio del libro:

Los pasados fueron diferentes en sus escrituras y defectuosos en los que toca a las costas de la mar y a las derrotas y alturas y navegación, que es la cosa más necesaria a los mareantes para ir a buscar por la mar las tierras de que en las escrituras se hacen mención; porque por la mucha distancia del camino y por la diversidad de las gentes y lenguas no se puede así ir a ellas por la tierra como por la mar. De lo cual creería fue la causa la poca experiencia que en aquellos tiempos tenían de la navegación y de las derrotas y alturas y de la longitud del universo. Y por dar claridad de esto a los navegantes porque mejor pudiesen hacer lo que por vuestra Alteza les fuese mandado y encomendado, puse en esta suma las costas de las tierras por derrotas y alturas, nombrando los cabos de las tierras y el altura y grados en que cada una está, y en el paraje de cada cosa nombré el río que en ella

*entra en la mar y las sierras y montes de donde nace
y las provincias por donde pasa.*

La parte consagrada al arte de navegar, tras un breve resumen de cosmografía, contiene tablas de declinación solar, expone las reglas para calcular la latitud mediante la altura del sol, y de la estrella polar y se ocupa de la estima del camino recorrido, del astrolabio y del cuadrante, y de la carta de marecar.

En 1535, se publicó también en Sevilla el "Tratado del Esphera y del Arte de Marear" de Francisco Falero o Faleiro ver ilustración 45, cosmógrafo portugués al servicio del Rey de España desde el año 1519. Comienza con un compendio de la Sphera de Sacrobosco, de tono muy elemental " porque este tratado no se escribe para los sabios, para destetar a los que lo quieren ser en este arte, no se tratará en él por términos y ejemplos sotiles y oscuros, ni menos polidos". Desarrolla a continuación los mismos temas que la parte náutica del libro de Enciso, y hace añadidura de un capítulo acerca de la declinación magnética.

Alonso de Chaves, uno de los primeros que ocuparon el cargo de Piloto Mayor, de la Casa de Contratación ver ilustración 46, escribió un "Quatri partitu en cosmographia pratica y por otro nombre llamado espeio de navegantes", que quedó manuscrito. Cuya portada reproducimos en la ilustración 47 y 48.

De esta forma **Alonso de Chaves**, intento por encima de todo redactar un texto fácilmente asequible por lo que llegó a utilizar como recurso nemotécnico las canciones tradicionales de los **hombres de mar**.

En la década central del siglo, las obras de **Pedro de Medina** (año 1545), y de **Martín Cortés** (año 1545) ver **ilustración 49**, constituyeron el inicio de una época radicalmente distinta en la historia de la literatura náutica, superando el nivel de "recetario" práctico o de manual escolar propio de los textos anteriores, ver **ilustraciones 50 y 51**. Tanto por la altura científica de su contenido, como por su estructura y extensión, son en efecto, auténticos tratados sistemáticos del **arte de navegar**, ver **ilustración 52**.

La historia de **Pedro de Medina**, ver **ilustración 55**, el cual según parece nació en Sevilla, residiendo durante toda su vida en esta ciudad, es la de un hombre consagrado principalmente a tareas relacionadas con la náutica, como uno de los cosmógrafos adscritos a la **Casa de Contratación**, navegó en varias ocasiones, pero sin ser un marino, sino un científico y hombre de letras de formación universitaria, tal como denota estas líneas sullas:

"navegue el tiempo y a las partes que me pareció que convenía para entender y

saber lo que deseaba. Ya habiendo visto (no con pequeño trabajo) las cosas de la navegación, salido en tierra, compuse el libro del Arte de Navegar".

El **Arte de Navegar**, del año 1545, de Medina, cuya portada reproducimos a continuación por su valor artístico en la **ilustración 56**.

Este libro comprende una división de ocho partes las cuales están dedicadas a los siguientes temas:

PRIMERO: "Del mundo, de su orden y composición", ver **ilustración 57**.

SEGUNDO: "De la mar y sus movimientos, y como fue inventada la navegación", ver **ilustración 58**.

TERCERO: "De los vientos, de su calidad y nombres, y como se ha de navegar con ellos".

CUARTO: "Del altura del Sol, y como se ha de regir por el la navegación", ver **ilustración 59**.

QUINTO: "Del altura de los polos".

SEXTO: "De las agujas de navegar".

SEPTIMO: "De la Luna, y como sus crecientes y menguantes sirven en la navegación".

OCTAVO: "De los días del año".

Medina, no fue un creador científico, dado que incluso algunas de sus opiniones no fueron acertadas, diseñó un programa docente moderno, sobre todo en lo que respecta a la aplicación de la observación astronómica para determinar la posición en el mar y para proyectar el curso de un navío. Otra obra de este autor es el célebre "**Regimiento de Navegación**", obra totalmente didáctica y que supuso una recopilación de su obra "**El Arte de Navegar**", ver ilustraciones 60 a 65.

Respecto a la obra de **Martín Cortés**, titulada **Breve Compendio de la Sphera y de la Arte de Navegar**, la cual fue terminada de redactar en el año 1545, y fue impresa por primera vez en la ciudad de Sevilla en el año 1551, a pesar de su título, esta obra es un tratado de unas doscientas páginas en fólío mayor, semejante en extensión y en enfoque al de **Medina**. Esta obra está dividida en tres bloques:

PRIMERO: "Trata de la composición del mundo y de los principios universales que para el arte de la navegación se requieren".

SEGUNDO: "De los movimientos del Sol y de la Luna y de los efectos que de sus movimientos se causan".

TERCERO: "De la composición y uso de instrumentos y reglas del arte de la navegación".

El estilo de **Cortes** es más claro que el de **Medina** y su exposición más metódica y mejor ordenada. Se ocupa también con mayor detalle de algunas cuestiones como las relacionadas con los instrumentos de observación y las cartas de marear. Aparte de esto incluye aportaciones originales como la relativa a la **declinación magnética**.

La **Suma de Enciso**, fue impresa en dos ocasiones en la ciudad de Sevilla, y la parte correspondiente a geografía traducida al inglés. La obra de **Farelo**, no paso de la primera impresión. En cambio, los tratados de **Medina** y **Cortés** alcanzaron en Europa una extraordinaria difusión e impusieron la imagen de la nueva disciplina. De esta manera posee cierta veracidad el título del libro de **Guillén Tato**, titulado "**Europa Aprendió a navegar en libros españoles**". De esta manera el tratado de **Medina**, alcanzó quince ediciones en el idioma francés entre los años 1554 y 1633, cinco en el idioma holandés entre los años 1580 y 1598, tres en el idioma italiano entre 1554 y 1609, y dos en inglés. El libro de **Cortés**, por su parte tuvo diez ediciones en inglés entre los años 1561 y 1630. Denotándose que los más destacados

navegantes extranjeros los manejaron. Uno de estos fue **Martín Frobisher**, el cual llevaba un ejemplar del libro **Regimiento**, de **Medina** en el año 1576 cuando buscaba el paso del Noroeste, así mismo **Francis Drake**, poseía otro ejemplar de esta obra cuando pasó el Estrecho de Magallanes. En el año 1871, se encontró un ejemplar de la traducción holandesa del **Arte de Medina** entre los objetos conservados en los hielos, procedentes del tercer viaje de **Willen Barents** desde las islas **Spitzberg** a **Nueva Zembla**. Del mismo modo, **Nicolás Nicolai**, cosmógrafo real de **Enrique II de Francia** y primer traductor al francés de dicho libro, lo recomendó como indispensable para la formación de los pilotos de su país, constatando la gran importancia de España como impulsora de la navegación.

La organización de la **enseñanza náutica en la Casa de Contratación**, fue un modelo que se siguió en países europeos, encabezados estos por Inglaterra. En el año 1582 **Richard Hakluyt** recomendó el establecimiento docente para pilotos semejante al centro sevillano. Describió el sistema de clases y exámenes, elogiando a **Alonso y Jerónimo de Chaves** (ver ilustración 66), y a **Medina**.

También los primeros textos de náutica escritos en dichos países se apoyaron directamente en los grandes tratadistas españoles. De este modo "**A Regiment for the Sea**" de 1577, de **Willian Bourne**, está altamente inspirado en la obra de **Cortés**, lo mismo que el tratado del holandés **Michel Coignet** en 1577.

La influencia de los españoles **Medina y Cortés**, en Europa, desbordó los límites estrictos del mundo de la navegación. **V. P. Zoubov** hizo notar que **Medina** figuraba entre las "autoridades" de **Daniele Barbaro** el cual fue comentarista italiano de **Vitruvio**, y **Gonzalez** que fue el inspirador de la **Nautica** de **Bernaldino Balbi**, uno de los mejores poemas didácticos del siglo XVII. La teoría de **Cortés** acerca del magnetismo terrestre fue ampliamente criticada en la obra "**The Newe Attractive**" de 1581, cuyo autor fue **Robert Norman**, y en la obra "**De Magnete**" de **Willian Gilbert** la cual se publicó en el año 1600. Constituyendo estas dos obras monográficas sobre el magnetismo terrestre gran importancia dentro del siglo XVII.

En el reinado de **Felipe II**, se publicaron todavía obras de gran importancia para la navegación. En el año 1581, apareció por primera vez el "**Compendio de la arte de navegar**", de **Rodrigo Zamorano** ver ilustración 67, catedrático de la **Casa de Contratación**. Esta obra no constituye un tratado tan amplio como los de **Medina o Cortés**, pero constituye un manual de fácil manejo, ver ilustración 68, con la característica de ser un texto claro y bien ordenado, pero sobre todo se caracterizó en verse reeditado en cuatro ocasiones teniendo como causa fuente de ello la profesión de su autor. Este libro que no excede de poco más de cien páginas, fue traducido al holandés y al inglés. El principal interés del compendio de **Zamorano** ver ilustración

69, reside en la parte astronómica ver **ilustración 70**, ya que utilizó de modo pragmático la obra de **Copernico**, dejando aparte la doctrina heliocéntrica. Concretamente aprovechó como base matemática de sus observaciones el corregir las tablas de la declinación solar, ver **ilustración 71**. Otra obra del **Licenciado Rodrigo Zamorano**, fue la "**Cronología**", cuya portada se reproduce en la **ilustración 72**.

Después de que apareciera en Sevilla la primera edición del **Compendio de Zamorano**, **Diego García** publicó en Mexico su obra titulada "**Instrucción náutica**" en el año 1587. **Diego García Palacio**, era un jurista santomerino que ocupaba el cargo de oidor de la Audiencia mexicana y había publicado por aquel entonces unos **Dialogos Militares**. Ambas obras constituyen una prueba más de la vitalidad de la cultura científica española en el Nuevo Mundo. La "**Instrucción náutica**" incluye en su primer término un contenido similar al comienzo del resto de los libros que trataban el arte de marear, poniéndose a la altura de Mexico. Frente a lo acostumbrado a este tipo de obras desarrolla con cierto detalle una serie de cuestiones astrológicas. Su cuarto libro está dedicado a la "traca de naos" y a su maniobra, velamen y arboladura, siendo este el primer texto impreso de construcción naval. La obra posee como apéndice un "vocabulario de los nombres que usa la gente de mar", que constituye así mismo el más antiguo glosario náutico impreso. del mismo modo incluye quinientas voces procedentes del habla marinera atlántica y, en menor proporción del habla medite-

rránea. Entre las dos fuentes principales que sirvieron para ir formando el léxico marineró, según afirma **Guillén Tato**, priva la primera con sus numerosas raíces nórdicas, vascas e incluso portuguesas, propias de las naos, sin eludir las árabes, griegas, y latinas de los navegaban en galeras. Que por su importancia reproducimos la primera página en la **ilustración 73**, de su **"Vocabulario"**.

El último título de importancia que cierra la serie de tratados de náutica de esta época, fue la obra **"El Regimiento de Navegación"**, de **Andrés García de Céspedes**¹¹⁴, publicado en Madrid durante el reinado de **Felipe III**. Escribió esta obra por disposición del **Consejo de Indias**, para que corrigiera algunos errores en las cartas de marear de la carrera de Indias, y en los demás instrumentos y usos de la navegación.

El principal tratado sobre el arte de navegar procedente de la **Academia de Matemáticas** de Madrid, el **"Regimiento Náutico"** de 1595 de **Juan Bautista Labaña**, fue publicado en Lisboa en portugués. También quedaron manuscritas las obras sobre la materia de **Juan Cedillo Díaz**, otro profesor de la **Academia**. De ellas se conservan en la **Biblioteca Nacional de Madrid** un **"Tratado de la carta de marear"**, otro sobre **"El Nordestear y Noroesteer de las agujas"**, dos textos relacionados con la observación astronó-

¹¹⁴ García de Céspedes, fue Piloto Mayor de la Casa de Contratación y más tarde Cosinógrafo del Consejo de Indias en la corte española.

mica, así como una traducción castellana de la obra **"De arte at que ratione navigandi"** de Nunes.

Otro tratado impreso fue la **"Hidrografía"** de **Andrés de Poa**¹¹⁵, el cual fue publicado en el año 1585. Su primer libro constituye una obra convencional sobre el **arte de navegar**, el cual fue redactado en un estilo académico lleno de neologismos y con la peculiaridad de ofrecer la equivalencia de los términos en griego, latín, francés, y alemán. El segundo libro que publicó es un derrotero de los puertos y de las costas del **Mar Atlántico europeo** a partir del **Estrecho de Gibraltar**.

Publicaciones de menor interés fueron las referidas a la navegación contenidas en la obra **"Los fragmentos mathematicos"** de **Juan Perez de Moya** y publicados en 1568. La obra **"Hidrografía"** de **Andrés del Rio Riaño** publicada en el año 1585, otra obra de este autor y que despertó mayor interés fue el **"Tratado de un instrumento por el cual se conocerá la Nordesteación o Noroestaciópn de la Aguja de Marear"**, ver ilustraciones 74 y 75. Otra obra de este tipo fue la **"Monografía sobre la ballestilla"** del médico naturalista sevillano **Simón de Tovar**. Así mismo también destacó **Rodrigo Fernández de Santaella**, el cual publicó una traducción al castellano de las obras de **Marco Polo**, titulándola **"Cosmographia"**, ver ilustración 76. Otra obra fur

115

Jurista formado en las universidades de Lovaina y Salamanca, y profesor en la Escuela de Navegación que funcionaba en San Sebastián en los años ochenta.

la "Sphera", de Saez de Santayana, que se puede ver en la ilustración 77. Jerónimo Girava, realizó un compendio de astronomía y geografía, que puede verse en la ilustración 78. Pedro Apiano, redactó una obra titulada "La Cosmografía...", la cual puede verse en la ilustración 79. Pedro de Siria, también compuso una obra titulándola "Arte de la Verdadera Navegación", cuya portada aparece en el Apéndice Documental en la ilustración 80.

Numerosas obras de tema náutico quedaron manuscritas como fueron el "Quatri partitu" de Alonso de Chaves y los estudios de Juan Cedillo Díaz. El cosmógrafo real Alonso de Santa Cruz dejó manuscrito una importante obra titulada "Libro de las longitudes". El Consejo de Indias, por razones de índole militar, negó al marino Juan Escalante de Mendoza, la licencia para imprimir su notable obra titulada "Itinerario de la navegación de los mares y tierras occidentales" la cual terminó de escribir en el año 1575. Escalante recopiló en esta obra la experiencia que había adquirido en sus numerosos viajes por las Indias, así como sus sólidos conocimientos científicos. Esta obra escrita en folio, posee un volumen de seiscientas páginas que, aparte de las cuestiones propias del arte de navegar, se ocupa en gran detalle de la construcción naval y de la guerra en la mar. Ofreciendo un ejemplar derrotero de las costas americanas, que fue precisamente lo que motivó la negativa del Consejo de Indias para su publicación. Muy a pesar de esta negativa, el itinerario esta obra circuló a través de abundantes copias

manuscritas como ocurrió con otros textos científicos de la época.

Otro tratado que tampoco vió la luz por llevar un derrotero de "las Indias, islas y tierra firme del **Mar Océano**" fue la obra de **Baltasar Vellerino de Villalobos** titulado "**Luz de Navegantes**", realizado en el año 1592. Entre los manuscritos náuticos de interés figuran así mismo las obras de dos autores como son **Vasco de Piña** con su obra titulada "**Traslado del regimiento y declinaciones solísticas y polares**" concluida en el año 1582, y **Diego Perez de Mesa** con la obra titulada "**Libro primero de la navegación**" el cual fue concluido en el año 1590.

CAPITULO VIII

CARTAS DE MAREAR REALIZADAS POR **ESPAÑÓLES Y SU LOCALIZACION EN** **ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS**

Estas obras pertenecen tanto a cartógrafos como a navegantes, ver **ilustración 81**, la cual muestra el modo de trabajo de un cartógrafo de la época.

- Atlas de la navegación de las flotas desde Sanlúcar a Nueva-España y Tierra-Firme, que contiene ciento quince vistas y planos hechos a pluma, con su correspondiente explicación y derrotero. Un volumen en folio apaisado, original, letra de fines del siglo XVI, en la **Real Academia de la Historia**. Colección Muñoz, Tomo XICV. Los planos principales que forman este atlas son diez:

Puerto-Rico.

Isla Española.

Santo Domingo.

San Juan de Lua.

Laguna de Maracaybo y golfo de Venezuela.

Ríos de la Hacha.

Santa Marta.

Cartagena.

Nombre de Dios.

La Habana.

- Mapa desde los puertos del río de las Amazonas y tierras hasta la isla de Santa Margarita. Consta, por declaración que existe en el **Archivo de Indias**, haberse remitido al **Consejo de Indias** por el Duque

de Lerma , en 27 de Junio de 1615. Colección, J. de la Espada, Relac. geog. , pág. CXXX.

- Atlas de tres cartas en pergamino, de 1 metro por 40 centímetros. Aparece iluminado con oro y colores, con adorno de figuras y sendos medallones en cabeza con la imagen de la Virgen María, sin indicación de autor ni fecha. Propiedad del **Marqués de Villanueva de Valdueza**. Las cartas son que componen dicho Atlas son:

1. **Parte del Mediterráneo.**
2. **Continuación de la anterior.**
3. **Costas de Europa y Africa.**

- Atlas y derrotero del Mediterráneo y costa de Africa, formado en los años de 1619 a 1627, sin indicación de autor. Un volumen en cuarto, muy primorosamente manuscrito, con tintas roja y negra, insertando cuatro preciosas cartas en vitela, iluminadas con oro y colores, con los siguientes títulos:

1. **Derotero que trata desde el cabo de San Vicent hasta Unillaros y golfo de Valencia y Alfaques de Tortoca.**

2. **Derotero que trata desde los Alfaques hasta el monte Cercelo y isla de Yuica, Mallorca, menorca, Cerdeña y Corcega.**

3. Reino de Nápoles.

4. Costa de todo levante, Grecia, Morea, Macedonia, Natolia, Caramania, Siria y Egipto con Alarbia, islas de Archipielago, Candia y cipro.

La parte descriptiva alcanza a 39 hojas.-

Biblioteca Nacional, Aa-137.

- Atlas y derotero de las costas del **Mar Pacífico**, desde la isla de California, hasta el estrecho de Magallanes. Consta de un volumen en folio manuscrito, con 49 cartas trazadas con tinta común y varias vistas de tierra, sin indicación de autor ni año, si bien por los que cita se colige que es de 1699.- Propiedad del Excmo. Sr. D. **Francisco Coello**. Parece haber sido formado y corregido con vistas del que existe en la **Real Academia de la Historia**, aquí señalado en las pág. 532. Las cartas están más detalladas, alcanzan el Archipielago de Chiloe y a la colección se agrega una de los estrechos de Magallanes y Maire, con el reconocimiento hecho por los **hermanos Nodal**, con notas curiosas de exploraciones en la Patagonia, y otras de la costa e islas que descubrió el capitán **Pedro Fernández de Quirós** con **Luis Vaez de Torres**. Es de observar que en la carta de la costa que corre desde la punta de la Herradura hasta la punta de Burica, que comprende el golfo Dulce, puso el autor en cifra una nota que no quería divulgar.

- Croquis del curso del río de las Amazonas. Manuscrito original de **Benito de Acosta**, lavado en colores, se encuentra archivado en la **Biblioteca Nacional**, Q.196, acompañado al manuscrito, titulado, **Descubrimiento del río de las Amazonas y sus dilatadas provincias**, dirigido al Presidente del **Consejo de Indias** en 1639 por D. **Martín de Saavedra y Guzmán**, Gobernador y Capitán General del Nuevo Reino de Granada, y **Presidente de la Real Audiencia y Chancillería de Santa Fe de Bogotá**. Publicado en facsímile en el Boletín de la **Sociedad Geográfica de Madrid**, en Diciembre de 1880, por D.M. **Jiménez de La Espada**, con relación en que consta que el trazado fue hecho por **Benito de Acosta**, piloto de la escuadrilla de **Pedro Texeira**.

- Mapa-mundi realizado por **Sebastián Caboto** en 1544. Se encuentra en la **Biblioteca Particular de Su Majestad**. Colección, **J. de la Espada** Relac. geog., pág. 131.

- Figura de la Nueva España, presentada al emperador **Carlos V** en 30 de Agosto de 1527. Realizada por **Luis de Cardenas** en pergamino, en cuatro partidas de cuatro grandes señores que en ellas señoreaban:

De Champotón a Chinata.

De Chinata hasta la raya de Tuspa.

Desde la raya de Tuspa a Río de Palmas.

Desde Río de Palmas a Poniente.

Las cuales fueron descritas en memoria del mismo Luis de Cárdenas, copiado en la Real Academia de la Historia.-Colec. Muñoz, tomo LXXV.- A- 102, folio 36.

- Plan de operaciones realizado por Pedro Carrillo Albornoz que, como Coronel de la villa de Huaura, situada en la costa del Perú, tenía meditado para precaver invasiones de enemigos, como la del año 1686. Se acompañaban cuatro planos originales, al lavado en colores, à saber:

Plano general de la costa desde el puerto de la Herradura hasta el rio de la Barranca.

Plano del puerto de la herradura.

Plano de los puertos de Supe y de la Barranca.

Plano de los puertos de Guacho y Carquín.

Se encuentran archivados en la Real Academia de la Historia.- Colecc. Muñoz, tomo XCI.- A- 118, folio 291.

- Plano levantado en el año de 1686 por el alférez mayor de la isla de Gran Canaria, Pedro Agustín del Castillo-León Ruíz de Vergara. Comprende el grupo de las islas Canarias y la costa de Berbería desde Cabo Cantín a Cabo de Buxador (Yubí).-Inédito en el archivo particular de Pedro del Castillo, en las Palmas de Gran Canaria. Está realizado a dos tintas, roja y negra, 36 x 20 cm. Fue publicado en el Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid,

tomo VI, 1879.

- Figura en los descubrimientos de la mar Dulce, que está en 13 gr. por la mar del Sur, y créese que sale a la mar del Norte. Realizado por **Andrés de Cereceda** en el año 1524. Trajo esta Figura al Emperador el mismo **Andrés de Cereceda**, y para reconocer, el supuesto Estrecho, salió con **naos G. González**. **Real Academia de la Historia**. Colecc. Muñoz, tomo LXXXV.- A- 102, folio 52.

- **Juan de la Cosa**.- Carta original en el Museo Naval de Madrid. Descrita en el libro I.

- **Padrón de las Indias**, corregido de orden del Emperador por su cosmógrafo., siendo este **Alonso de Chaves**. Lo cita **G. Fernández de Oviedo** con motivo de una copia que tenía en su poder.- **J. de la Espada**. Relac. geog., pág. CXXXI.

- **Diego Dávila Briceño**.- Mapa de las provincias de Lorinyayos y de Ananyayos. El original en la **Real Academia de la Historia**.- Colec. Muñoz. Reproducida en facsímile por **D. M. Jiménez de la Espada**.

- **Francisco Domínguez**. Descripción del reino de Nueva España, trazada en ocho vitelas de Flandes, mejorando lo hecho por el **Francisco Fernández**. Tratase de ella en carta que dirigió el autor al rey **Felipe II** desde

Méjico, a 30 de Diciembre de 1581, publicada en la Colección de documentos inéditos, Tomo I, pág. 379.

- Figura del puerto de Puerto Rico y su isleta, realizada por el **Licenciado Rodrigo de Figueroa**, y que fue enviada con información, al Emperador en 12 de Setiembre de 1519.- Copia en la Colecc. Muñoz, t. LXXVI- a 103-fol.154, Real Academia de la Historia.

- Perspectiva , planta y fortificación del estrecho de Aniam, descubierto por el capitán **Lorenzo Ferrer Maldonado** en el año de 1588. Está formado por tres croquis con tinta. Las cuales se encuentran la **Real Academia de la Historia**. Colección Muñoz, Tomo XXXVIII, fols 15 y 16.

- Anónimos.- Carta de marear del siglo XIV. Se conserva en la biblioteca del rey **D. Martí**, en el convento de mercenarios de Barcelona. Noticia de **José Fiter** en la asociación de excursiones catalana.

- Carta general del **Mediterráneo y Mar Negro**, con las costas de Europa y Africa en el Océano e islas Canarias.- Una hoja de 1 metro por 50 centímetros, en pergamino, iluminada con oro y colores. En la parte de la izquierda, la imágen de la Virgen María, y en el resto, figuras, animales, y otros adornos, sin indicación de autor y de año. **Biblioteca Nacional**. Est. reserv.- 4

- Carta de la costa del Perú. Fragmento de unos 35 por 20 centímetros en pergamino, en que está señalada la costa con pintura verde y los nombres con tintas roja y negra. Por el tipo de letra sabemos que esta carta data de principios del siglo XVI. Comprende desde el Cabo el Aguja hasta el Puerto de Chile. Parece haber sido de los cosmógrafos de la casa de Contratación, juzgando por nota de otra letra, que dice: "De este grado es la carta grande general".
Real Academia de la Historia.

- Croquis de la laguna de Maracaibo, realizada por el Licenciado de Tolosa, en el año 1546. Copia en la **Real Academia de la Historia**. Relaciones Geográficas de Indias, copias modernas, num 28.

- Carta general del Nuevo Mundo. Una hoja que parece ser de mediados del siglo XVI, groseramente delineada. Tiene trazadas las derrotas de ida y vuelta desde Sanlúcar a Tierra Firme, el Río de la Plata y estrecho de Magallanes. En el respaldo se lee:

"Perdone V.S. la mala mano que hácelo como nunca me encontraron en el oficio de pintor; pero allá se podrá por esta traza hacer pintar bien a quien supiese hacer bien". Archivo de Indias, en Sevilla. Noticias de D.F. Carrasco.

- Descripción sumaria de las Indias manuscrito muy curioso, existente en la **Biblioteca Provincial de Toledo**, con mapas lavados en colores. En opinión de **D.M. Jiménez de la Espada** son los mismos que **Antonio de Herrera** hizo grabar para la descripción de las indias.-Relaciones geográficas, pág. XCIV.

- Carta del golfo y río de San Lorenzo. Fragmento de unos 50 por 35 centímetros, realizados sobre pergamino, delineado con pintura verde y tinta común, existente en la Biblioteca de la **Real Academia de la Historia**, sirviendo de encuadernación a un tomo de papeles varios de jesuitas. 75-15-7. Reproducido en facsímile en este libro.

- Traza chorográfica de lo contenido en los tres brazos que cerca de la ciudad de Popayán hace la cordillera de sierras que se continúan desde el estrecho de Magallanes. Original muy notable, realizado con gran policromía, y destacando un dibujo grosero. Marca el curso de los ríos Magdalena y Darien y la costa de Tierra Firme. Año de 1570.- **Real Academia de la Historia**. Colecc. Muñoz, t 89- A- 116- fol.170.

- Mapa de los ríos Amazonas, Esequive o Dulce y Orinoco, y de las comarcas adyacentes. Facsímile cromolitografiado de 64 por 50 centímetros, publicado en el volu-

men de **Cartas de Indias**. Madrid, 1877. La última fecha citada en la laeyenda es 1554. El original se encuentra en el **Archivo Histórico Nacional**.

CAPITULO IX

CARTAS DE MAREAR MANUSCRITAS DE
PILOTOS ESPAÑOLES, QUE HAN IDO A
PARAR A BIBLIOTECAS EXTRANJERAS.

1. - Atlas catalán del año 1375.

Eugenio de Ochoa, en su catálogo de manuscritos españoles de la Biblioteca Real de París, dice:

" De este preciosísimo Atlas catalán, del año 1375, han publicado una excelente noticia, acompañada del texto original, con la traducción al francés de todo lo que en él hay escrito, los señores Tastu y Buchón en el tomo XIV de la colección titulada *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque du Roi*, dada a la luz por el Instituto Real de Francia.

Consta de 6 grandes mapas, en pergamino, pegados sobre tablas, cada uno de 23 pulgadas de alto sobre 18 de ancho. Se custodia en el departamento de mapas y estampas."

2. - Carta de Guillermo Solerio, de Mallorca, año 1385.

Manuscrito en pergamino, de un metro por 62 centímetros. Comprende desde Cabo Bojador, en Africa, con las islas Canarias y Azores, hasta la costa de Palestina y Siria, con el Mar Rojo. Está firmada *Guillmus Solerij civis Maioricarum me fecit anno a Nat. Domini MCCCLXXXV.*

Anterior en medio siglo al descubrimiento efectivo de las Azores, bajo los auspicios del príncipe **D. Enrique**, contiene esta carta, sin embargo, las islas de San Miguel y Santa María, con una inscripción ilegible. las de **San Jorge, Fayal y Pico** se denominan Insula de Ventura y Columbis, y la Terceira Insula de Brazi, por el palo Brasil que en ella abundaba. Denominación que se empleó, por consiguiente, siglo y cuarto antes de aplicarla a la parte de la America del Sur, adonde arribó **Pinzón**. Está en el **Real Archivo de Estado en Florencia**.

3. - Carta de **Gabriel de Vallseca**, mallorquín, año 1439.

La reprodujo en parte el Vizconde de **Santarèm** en el Atlas que acompaña a su obra de Prioridad de descubrimientos de los portugueses, sin expresar dónde se halla el original.

4. - Portulano de **Gabriel de Vallseca**, año 1447.

Comprende el Mediterráneo, desde el Estrecho de Gibraltar hasta el Mar Negro. Es propiedad de **Barozzi**, en Venecia.

5. - Carta del mismo año 1467.

En la sesión celebrada en París el 27 de Agosto de 1878 por la **Asociación Francesa para el adelanto de las ciencias**, el **Dr. H. Hamy**, que presidía, presentó una

carta hecha por el piloto mallorquín **Gabriel de Valseca** el año de 1447, que marca el litoral del Mediterráneo. Las costas de España y de Argelia están dibujadas cuidadosamente, pero todavía descuellan las de Mallorca, patria del autor, de tal modo, que hoy no se hace nada mejor. Tal es el juicio formado por la referida Asociación que declaró haber conseguido **Valseca** tal perfección en sus trabajos, que tres siglos después no se ha hecho otra cosa que copiarla, concibiendo que Americo Vespucio pagará ciento treinta ducados de oro por una carta de este piloto, que vale actualmente muchos miles de francos.

6. - **Mapamundi de Bartolomé Colon, año 1488.**

Construido en Londres y presentado al rey **Enrique III.** Se cita en el **Studi bibliografici, Roma, 1875.**

7. - **Carta de Juan Beltrán, año 1491**

Manuscrito realizado en pergamino de un metro cuatro centímetros por 69 centímetros. Comprende desde las Islas Canarias al Mar Negro. **Real Archivo de Estado en Florencia.**

8. - **Portulano de Pedro Juan Prunes, sin año.**

Siglo XV.

Manuscrito realizado en pergamino de 89 centímetros por 45,5 centímetros. Desde Cabo verde a Cabo Finisterre, en el Atlántico, el Mediterráneo y el Mar Negro. **Biblioteca Comunal de Cortona.**

9. - Atlas catalán anónimo de los años 1496
a 1491.

Tiene por título Livres des armadas.
Biblioteca Vaticana, Roma.

10. - Carta de Cristobal Colón, año 1505
Se cita en el Studi bibliografici, Roma,
1875.

11. - Carta de Nuño García de Toreno, año
1522.

Manuscrito realizado en pergamino de un metro
por 60 centímetro. Comprende la costa meridional del Asia.
Biblioteca Real de Turín.

12. - Carta Anónima Española del año 1525
Manuscrito realizado en pergamino de 81
centímetro por dos metros con 13 centímetros. Comprende
Europa, Asia, Africa y America. Propiedad del Marqués
de Castiglioni, en Mántua.

13. - Carta de Fernando de Colón, año 1527
Se encuentra en la Biblioteca de Weimar.

14. - Carta Universal Anónima, año 1527.
Lleva por título "*Carta Universal en que se
contiene todo lo que del mundo se a descubierto fasta aora*":

hízola un cosmographo de Su Majestad, año de MD.XXVI. Biblioteca de Weimar.

15. - *Carta de Diego Rivero, año 1529*

Publicó la parte de Africa en su Atlas antes citado, el Vizconde de Santarém. Biblioteca de Weimar.

16. - *Mapamundi de Sebastian Caboto, año 1544*

De trazado oval, con figuras de hombres, animales, buques y banderas, según costumbre de la época, y la leyenda en latín y castellano. En la Biblioteca Nacional de París. Al pie se lee:

" Sebastian Caboto capitán y piloto mayor de la Sacra Cesarea Catolica Majestad del Imperador Don Carlos quinto desde nombre y Rey Nuestro Sennor, hizo esta figura extensa en plano, anno del nascimiento de nuestro Salvador Jesu Christo de M.D.XLIII annos.

17. - *Cartas Anónimas Españolas del año 1550.*

Comprenden casi toda la America y se hallan en la Biblioteca Ambrosiana de Milán.

18. - *Carta de Diego Gutierrez, año 1550*

En carta general, fechada en Sevilla, de cuya Universidad era cosmógrafo el autor. Depósito de *Cartas de la Marina*, en París.

19. - Carta de Gómez Oliva, año 1553.

Realizada en pergamino de 81 centímetros por 61 centímetros. Comprende las costas del Atlántico y Mediterráneo. Biblioteca universitaria de Pavía.

20. - Carta Anónima Española, año 1556.

Fue enviada por Andrea Doria al emperador Carlos V. Cítala el Studi bibliografici, Roma, 1875.

21. - Atlante de Diego Homen, año 1558.

En el Museo Británico, Londres.

22. - Carta de Jaume Olives, año 1558

Comprende las costas del Mediterráneo. Biblioteca Nacional de Nápoles.

23. - Atlas de Bartolomé Olives, de Mallorca, año 1529.

Se compone de cinco cartas iluminadas. Studi Bibliografici, Roma, 1875.

24. - Carta de Diego Homen, año 1560.

Se encuentra en la Biblioteca Marciana, Venecia.

25. - Carta de Mateo Prunes, de Mallorca, año 1560.

Comprende el Adriático, el Mediterráneo y la

costa africana, hasta Cabo Bojador. Museo Correr, Venecia.

26. - Carta de Mateo Prunes, año 1560.

Firmada in civitate Majorica, anno MDLX.
Museo Cívico, Venecia.

27. - Carta de Diego Homen, año 1561.

Realizada en pergamino de un metro con 45 centímetros por un metro. se encuentra en la Biblioteca Nacional de Parma.

28. - Carta de marear, de 44 centímetros por 23 centímetros de Jaume Olives Majorquì, en Misina, año 1561.

Ostenta una miniatura de la Virgen María y traza el litoral del mediterráneo y de las costas de España y Portugal, hasta Cabo Finisterre. Se ha encontrado últimamente en la Biblioteca de Victor Manuel, en Roma, con noticia de haber pertenecido a nuestro compatriota el abate D. Juan Andrés, insigne geógrafo.

29. - Atlante de Bartolomé Olives, año 1561.

Se compone de doce cartas. Archivo de Nápoles.

30. - Carta de Bartolomé Olives, año 1563.

Del Mediterráneo. Museo Correr, Venecia.

31. - Carta de Jaime Oliva, año 1563.

Se encuentra en la **Biblioteca Ambrosiana**, en Millán.

32. - **Atlas de Juan Martínez, año 1567.**

Se realizo en Mesina, París y se encuentra en el Boletín de la **Sociedad Geográfica** numero 1847, pág. 295.

33. - **Carta de Juan Martínez, año 1568.**

Del **Mediterráneo**. Tiene 79 centímetro por 70 centímetro. Se encuentra en la **Biblioteca Laurenciana**, Florencia.

34. - **Carta de Diego Homen, año 1569.**

Se encuentra en la **Biblioteca del Colegio Romano**, hoy **Victor Manuel**, Roma.

35. - **Carta de Juan Martínez, año 1570.**

Del **Mar Negro**. Se encuentra en la **Biblioteca Imperial de Viena**.

36. - **Atlas de Juan Martínez, año 1570.**

Lo realizó en Mesina y se encuentra en la **Biblioteca del arsenal de París**, según noticia del **Vizconde de Santarém**.

37.- **Atlas de Juan Martínez, año 1571.**

Tiene cuatro cartas de 51 centímetros por 44

centímetros. Propiedad de Mr. F. Brown, cónsul inglés en Génova.

38. - Atlas de Ambelo, año 1575.

Se compone de ocho cartas y se halla en la Biblioteca Nacional de París. Eugenio Ochoa, en el catálogo de Manuscritos Españoles de esta Biblioteca, dice:

"Sin ser tan preciosos como los del Atlas del siglo XIV, estos mapas son muy importantes; se lee al reverso del ultimo: Ambelus me fecit in masilia, MDLXXV. Le present livre est a Patron Cristol Vignie."

39. - Carta de Bartolomé Oliva, año 1575.

Del Mar Negro, Mediterráneo, y costas del Mar Atlantico. Boletín de la Sociedad Geográfica de París, 1847, página 308.

40. - Carta de Juan Martínez, año 1579.

Del Mar Mediterráneo. Se encuentra en la Biblioteca Pinelli.

41. - Atlas de Juan Martínez, año 1582.

Se encuentra localizado en la Biblioteca del Arsenal de París, es un Atlas en fólio mayor que contiene siete grandes mapas en pergamino, perfectamente ejecutados con pluma y con una gran policromía que les ilumina. El primero de estos es un mapa de Europa. Los cuatro siguientes

representan las primeras costas descubiertas en America. El sexto es una mapa de la Calabria, y el último es un mapa-mundi. Este está firmado por **Joan Martínez**, en Messina, en el año 1582.

42. - Atlas de Bartolomé Olivés, año 1584.

Parece reproducción del que realizó el autor en 1563. Pertenece a **E. Cicogna**, de Venecia.

43. - Carta de Bartolomé Olivés, año 1584.

Se encuentra localizado en la **Biblioteca Nacional de París**.

44.- Atlas de Juan Martínez, año 1586.

Se encuentra en la **Biblioteca Nacional de Turín**, y está realizado en Folio pequeño.

45.- Carta de Juan Martínez, año 1586.

Del **Mar Mediterráneo** y del **Mar Negro**. Está en el **Archivo de la Propaganda de Roma**.

46. - Atlas de Juan Martínez, año 1586.

Se encuentra en el **Museo Borgiano**, según notificó el **Vizconde de Santarém**.

47. - Carta de Luis Texería, año 1587.

Se encuentra en la **Biblioteca Nacional de Florencia**.

48. - Atlas de Diego Juanes Oliva, año 1587.
Del Mar Negro y del Mar Mediterráneo. Se
encuentra en el Museo Británico de Londres.

49. - Carta de Mateo Prunes, año 1588.
Se encuentra en la Biblioteca Nacional de
París.

50. - Planisferio de Francisco Oliva, año
1594.

Se compone de seis cartas u hojas, y se
encuentra en el Archivo de la Propaganda de Roma.

51. - Carta de Juan de Oliva, año 1599.
Se encuentra en la Biblioteca Marciana de
Venecia.

CAPITULO X

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

- Es de resaltar que los manuscritos de **San Isidoro** fueron los que sirvieron de guía para trazar los mapas de aquel, no solo en los tiempos más remotos y en los ejemplares más antiguos sino bastante más avanzada la **Edad Media**, bastará para convencerse de ello observar:

Primero. Que la única obra de cultura que servía para la enseñanza en España en los siglos VIII, IX, X, XI, y XII, en los cuales se escribe y se reproduce el libro de **San Beato de liebana**, eran las **Etimologías de San Isidoro**.

Segundo. Que en este libro se transcriben como en ningún otro, los países, mares, montes y ríos.

Tercero. Que corresponden los nombres geográficos y su colocación en los mapas de la obra de **San Beato de Liebana** con la descripción que se hace en las **Etimologías de San Isidoro**, aún cuando como es natural, no consten en aquellos todos los nombres consignados en estas, por falta de espacio.

Cuarto. Porque además de esas coincidencias que muestran la correlación de ambos documentos, existen en los mapas letreros o noticias detalladas en las que la coincidencia de los conceptos y de las palabras alejan por

completo toda duda.

Pero además de esto, que es lo más importante, pues hasta hoy no se ha hecho notar la íntima conexión de estos documentos, es preciso advertir el interés que ofrecen los mapas que acompañan a las etimologías, los cuales son más pobres en detalles que los del libro de **San Beato,** cuando lo contrario sería lo más racional.

- Tenemos pues que añadir a la cartografía propiamente **Isidoriana,** la de **San Beato de Liébana,** puesto que fue inspirada por sus obras, y recabar de que España tuvo los mapas más importantes y detallados para la cultura geográfica en la primera mitad de la **Edad Media,** no habiendo otros que puedan compararseles hasta el siglo XII, pues los dibujos que se encuentran en los manuscritos anteriores son simples mapas con las tres partes del mundo, y cuando más, un número reducido de países malamente dibujados.

- El desarrollo de la Ciencia árabe empieza de hecho bajo el reinado del **califa al-Mansur (754-775),** que inicia en Bagdad una intensa actividad científica. Conocían la Astronomía hindú, pero estaban especialmente interesados por la ciencia griega, por lo que solicitaron del Emperador de Bizancio el envío de obras originales, política que es seguida por uno de sus descendientes, **al-Ma'mun.**

Esta creciente actividad científica tuvo su máximo esplendor bajo el gobierno de **al-Ma'mun** (786-833), quien creó en Bagdad la **Casa de la Sabiduría**, en la que reunió numerosos científicos, incluidos extranjeros, creando bibliotecas, sendos observatorios en Bagdad y Damasco, y donde se tradujeron al árabe numerosas obras científicas, hindúes, persas, sirias y griegas. **Ishaq ibn Hunayn** tradujo la obra "**Sintaxis Matemática**" de **Ptolomeo**, a cuya traducción dio el nombre de **Al-Magesto**. Los árabes aceptaron la explicación del movimiento de los planetas a base de combinaciones de movimientos circulares y uniformes, admitiendo la existencia de la esfera celeste, constituida, de acuerdo con **Aristóteles**, por una sustancia distinta de las cuatro conocidas en el mundo sublunar. Pero así como **Aristóteles** consideraba que los planetas estaban embutidos en su esfera respectiva, inmóviles en ellas, y girando, con ellas, algunos filósofos árabes quisieron adaptar el sistema a lo dicho en el Corán, afirmando que los astros se movían entre las esferas como el pez en el agua.

- El establecido el Emirato de los Omeyas en Córdoba (en la denominada zona de **Al-Andalus**), se inicia la época de florecimiento de esta ciudad en el orden político y militar y también en el orden científico, con lo que, bajo **Abderramán III** y **al-Hakam II** el centro de gravedad de la cultura árabe pasa de Bagdad a Córdoba.

Al mismo tiempo, el Islam ha ido imponiendo no sólo su religión, sino además, el árabe como idioma científico, y a esta imposición sí que tuvieron todos que someterse: cristianos y judíos. El investigador **A. Mieli**, al estudiar esta cuestión,¹¹⁶ afirma que con el tiempo se fue produciendo una mezcla de razas, con lo que al cabo de pocas generaciones, la clase dominante, por el aporte de las mujeres ibéricas ... era un 90 por ciento latina, y, si oficialmente hablaba y literalmente empleaba el árabe, ordinariamente hacía uso de un dialecto latino predecesor del moderno castellano.

- Los materiales utilizados para la construcción de los **Instrumentos de Observación**, en un principio, estos instrumentos eran de gran tamaño, siendo los materiales empleados la piedra (mármol, por ejemplo) y el metal (cobre), los cuales planteaban problemas obvios de peso. En la **Baja Edad Media**, en cambio, se optará en Maraga por el uso de instrumental de madera que, al conservarse al aire libre, se deterioraba. Estos inconvenientes fueron los que movieron a ciertos astrónomos a recurrir al uso de instrumentos portátiles, de pequeño tamaño, y a poner énfasis en su habilidad para la observación: a título anecdótico puede mencionarse el caso de **Al-Biruni**, quien, deseoso de realizar una observación mientras se encontraba solo en el campo,

¹¹⁶ A. MIELI: El Mundo Islámico (Buenos Aires, 1952), 128.

improvisó un cuadrante sobre una tableta de madera; más característico es el caso de **Ibn Yunus** (m. 1009), que no dispuso nunca de las facilidades de un gran observatorio, optando por variar sus lugares de observación de un punto a otro del El Cairo, llevando consigo instrumentos portátiles.

- Es característico y llama la atención al que ve por primera vez una carta, la infinidad de rayas que la cruzan en todas direcciones. Fijándose un poco se descubre en seguida que estas líneas resultan de unir entre sí, de todos los modos posibles, los dieciseis puntos en que se dividen uno o dos círculos que abarcan toda la carta, ver **ilustración 35**. Este conjunto de rectas que aparece en un portulano tiene utilidad para determinar el rumbo a seguir entre dos puntos, sin la ayuda de reglas o transportadores accesorios¹¹⁷, ya que el rumbo entre dos puntos tiene siempre próxima alguna de dichas rectas que le es paralela. Aunque las rosas náuticas o rosas de los vientos no aparecen hasta el año 1375 en el gran Atlas catalán, de la **Biblioteca Nacional de París**, y se representan de forma muy sobria durante todo el siglo XV, es otro de los elementos en los que suele fijarse la atención; más importante es el ennegrecimiento de las costas por la infinidad de topónimos con los que se indica el nombre de puertos y lugares costeros, ya que estos son elemento fundamental en el uso de la carta.

¹¹⁷

Según explica J.F. Guillén en su obra titulada "Cartografía Marítima Española".

Aparte de estos elementos que son comunes a todas las cartas náuticas medievales, aunque a cada una con ciertas peculiaridades propias, existen otras que varían mucho según la escuela y la época en que fueron construidas. Son estos por ejemplo, las figuras que representan a los monarcas de los países a que representan, leyenda, la representación de accidentes orográficos o hidrográficos, la presencia de escalas de millas, tablas geográficas o astronómicas, figuras de animales o de ciudades, etc.,.

El origen de las cartas náuticas medievales, debe de situarse en el siglo XIII aunque no se conserva ninguna carta de este tipo, y las más antiguas conocidas datan de comienzos del siglo XIV. Decir que el siglo XIII es el primero en el que se construyeron cartas náuticas, se debe al mero hecho de que ya a finales del siglo XII y principios del siglo XIII era de uso generalizado la brújula, en la orientación de los viajes marítimos.

- Los centros en los que aparecen por primera vez las cartas náuticas medievales son **Mallorca, Génova, y Venecia**. El primer cartógrafo del que se conoce algún trabajo suyo firmado es el genovés **Petrus Vesconte**¹¹⁸, después está

¹¹⁸ Su carta náutica más antigua conocida data del año 1311. Esta carta se conserva en el Archivo del Estado de Florencia, y está firmado de la siguiente forma: "**Petrus Vesconte de Janua fecit ista carta ann dni MCCCXI**"

el mallorquín Angelino Dulcert¹¹⁹. Existe una carta anónima y no datada, denominada **Carta Pisana**¹²⁰, que se estima que fue construida hacia el año 1300 sin que existan pruebas documentales de ello. Se sabe también, como se ha indicado más arriba, que la primera cita que se tiene de una carta náutica se debe al mallorquín **Raimundo Lulio**. Con esto quiero indicar que no es posible fijar con precisión el lugar de origen de este producto de origen cartográfico, y no puede descartarse la posibilidad de que ese produjese simultáneamente en varios puertos del **Mar Mediterráneo**, en los que la actividad marítima era intensa.

- La carta **pisana**, no es la primera carta náutica: de fecha anterior se estima la llamada carta mogrebina existente en la **Biblioteca Ambrosiana de Florencia**, y por lo tanto hay que afirmar que documentalmente tampoco resulta la primacía de Italia en este asunto.

Comparando los contornos de España en este mapa con los que presenta en una carta moderna, apenas si se percibe una ligera variación, pues la semejanza de formas es sumamente notable. La prioridad en la fecha y la superioridad en la ejecución son indiscutibles para la carta mogrebina,

¹¹⁹ Se conserva dicha carta en la Biblioteca Nacional de París con la signatura Res.Ge.B.696. En ella aparece la siguiente firma: "*Hoc opus fecit Angelino Dulcert ano M^oCCC^oXXXV.IIIJ de mense augusti in civitate maioricarum*". Esta carta está fechada en el año 1339.

¹²⁰ Se conserva en la Biblioteca Nacional de París, con la signatura Res.Ge.B.1118. Se denomina carta Pisana, porque se supone que perteneció a una familia de Pisa.

carta que lógicamente debe admitirse que fue copiada de otra carta española, puesto que los árabes no podían adquirir noticias directas de los mares occidentales de Europa, los cuales aparecen bien dibujados en la carta, porque no solo no consta el más insignificante documento ni el más leve indicio que acuse la navegación arábica en aquellos parajes, sino que existen al mismo tiempo testimonios que vienen en apoyo de esta opinión, tal sucede con el de **Abu-Rihan el Birumi**, que escribe: "No hay nadie que se atreva a caminar a lo largo del Atlántico, ni tocar en sus costas"¹²¹. Tampoco pudieron adquirirlas de los italianos, puesto que estos en la época de la carta mogrebina, no habían navegado por el **Océano Atlántico**. No quedan pues más que dos hipótesis: o las adquirieron de los pueblos del Norte, porque estos las llevaron a los árabes, o las tomaron de los españoles.

Ridículo sería el hecho de discutir la primera hipótesis; quedando pues por exclusión admitido que tuvieron que tomar estos datos de los españoles, lo cual es completamente racional y lógico, y explica satisfactoriamente el hecho:

Primero: Porque los españoles según decimos eran antes de mediar el siglo XIII los únicos que navegaban por los mares citados.

¹²¹ Amat de San Felipo dice, "sin pruebas, que los árabes mallorquines eran medianos cartógrafos". Tal afirmación queda rebatida con tan solo examinar la carta pisana que era mucho peor que la carta mogrebina.

Segundo: Porque los españoles eran los únicos que estaban en comunicación y trato frecuente con los árabes en el Occidente.

La llamada carta **mogrebina** está seguramente mal denominada, siendo esta una carta árabigo-española, y quizás construida en Mallorca, de donde eran los mercaderes que iban a Flandes, ver **ilustración 37**.

La semejanza de los nombres de localidades entre la carta árabigo-española y las catalanas es otra circunstancia que ya han hecho notar algunos escritores, bien que hubiera entre ellos quién sacaba consecuencias inversas a las verdaderas, pues pretendía fundado en dicha semejanza que los cartógrafos españoles utilizaron para sus mapas del siglo XIV los datos de la carta **mogrebina**.

Resumiendo observaciones matizamos las siguientes consecuencias:

Primera: Las cartas náuticas de los mares **Mediterráneo y Mar Negro**, en los siglos XIV, XV y XVI, tienen una semejanza notable todas ellas entre si, y sus datos son tan exactos que podrían considerarse como perfectos.

Segunda: La coincidencia que se manifiesta en todas ellas respecto del **Mar Mediterráneo**, ya sea en las

direcciones, o en la unidad de las medidas y en las distancias de los diversos puntos; ya también sobre el trazado de las costas y de las islas, de los golfos y promontorios, solo se explica considerando según el profesor **A. E. Nordenskiöld**, todos estos mapas como copias de un mapa único modelo, no sujeto jamás a rectificaciones ni a correcciones en las costas de los mares **Mediterráneo y Negro**.

Tercera: La carta modelo es anterior al siglo XIV y aún mejor que esto, al año 1290 y posterior al año 1266, puesto que figuran en las copias el puerto **Pisano** y **Gaffa**, destruido el primero en el año 1290, y fundado en segundo en 1266.

Cuarta: El autor del mapa modelo fue catalán puesto que la milla o medida empleada para la valoración de las distancias coincide mejor con la **legua española o catalana**¹²², que con las medidas de Italia y de otros países, y los catalanes eran entonces excelente navegantes; advirtiendo también que **Raimundo Lulio**, que nació en 1235, fue un hombre de gran sabiduría en el arte de la navegación, y esta cultura la habría adquirido en su propio país.

Quinta: Las medidas de las escalas de las cartas náuticas italianas no se acomodaban a las medidas itinerarias de Italia, y fue preciso llegar hasta el siglo XVI para que estos empezaran a emplear sus propias medidas,

¹²²

Legua del sistema de Castilla, igual a 5,572699 Kilómetros.

valiéndose hasta entonces de equivalencias con cierto grado de aproximación. Pero esas escalas, apareciendo con los primeros mapas y persistiendo con ellos durante dos siglos muestran claramente según el profesor **A. E. Nordenskiöld**, que el original era extranjero.

- El **Atlas de Pedro Visconti** del año 1318, que puede verse en la **ilustración 40**, nos da el contorno de la península española con bastante regularidad para lo que podía esperarse en aquella época. Se nota sin embargo, en él algunos defectos de configuración en la costa Norte, allí donde las estribaciones del Pirineo avanzan para formar el **cabo Ortegal**, pues en vez de un pronunciado saliente de la tierra tienen una depresión; en Galicia, a la altura del **Miño**, hay una gran península que existe en la realidad. De Lisboa al cabo de San Vicente, hay tal error en las proporciones, que Lisboa queda a la altura de Cartagena. Estas mismas o parecidas irregularidades se notan en la carta catalana de la **Biblioteca Nacional de Madrid**, y dado que era muy corto el tiempo que llevaban los italianos frecuentando los mares occidentales de Europa, puede pensarse que ambas tenían el mismo origen, a saber, otra carta española más antigua.

En este portulano aparecen fraccionadas las costas, y nada hay en él que sirva para representar ríos, montes ni ciudades; en el interior solo aparecen los nombres

de Ispagna, y Portugalo.

El perfil de la costa, los nombres de los puertos y los rumbos o líneas de los vientos constituyen todo el mapa, siendo de admirar como pasaron de la carta **Pisana** a la carta de **Visconti**, sin tener una guía que le sirviera de modelo para rectificar las costas occidentales de España, permitiéndonos fijar la fecha comprendida entre uno y otro mapa, como la de transmisión de la cultura cartográfica de España a Italia.

Si de esta pasamos al examen del mapa de **Dulcert** del año 1339, observamos desde luego algunas variantes que se refieren:

PRIMERO: Al dibujo de los grandes ríos.

SEGUNDO: A la representación de las cadenas de montes.

TERCERO: A que se trata no de un Atlas, sino de un mapa de grandes dimensiones en que está representado casi todo en el mundo hasta entonces conocido.

El defecto de la configuración de la costa Norte de Galicia, muy acentuado en **Visconti**, aunque subsiste en **Dulcert**, está mucho más debilitado; la península saliente, inmediata al río **Miño**, desaparece aquí dejando más al norte

su entrante, que parece ser la **Ría de Vigo**; la **Desembocadura del Tajo** está bien figurada, así como la del **Sadao**, y la **Península del Cabo de Roca**.

- La carta española de **Gabriel de Valseca** del año 1439 ver **ilustración 41**, contemporaneo del atlas de **Vianco**, constituye un interesante ejemplar de la **cartografía marítima española**. Esta carta realizada por el susodicho **Gabriel Valseca**, náutico Mallorquín del siglo XV, fue trazada sobre un pergamino de cinco palmos de longitud por cuatro de ancho. Esta exactísima carta náutica y geográfica, explicada en lengua mallorquina, contiene todo lo conocido hasta llegar en la costa de Africa a Civitas Meli, y al Rio del Oro. Este precioso documento muestra que al paso que iban aumentando los descubrimientos, se aumentaban las cartas; que no era solo la escuela de Sagres, los que las construían, y por las notas que posee, se deduce el aprecio en que eran recibidas en otras partes. Así mismo, también se puede asegurar que en su época aún no se habían inventado en aquella escuela las cartas púramente hidrográficas, que por la figura que prestan a la tierra, se denominan planas.

Se dan a conocer en esta carta las potencias que dominaban en todas partes de Europa y en los demás lugares del mundo entonces conocido, señalándolas con su propio estandarte. Los principales hechos de aquellos tiempos se demuestran con figuras, ilustradas con notas en idioma

mallorquín. Aunque no se designan los grados de **longitud y de latitud**, se señalan los ocho vientos principales con la proporción adecuada de la distancia, dándose a conocer por este medio la diferente situación de las tierras.

- Se denomina cartografía culta¹²³ a aquella cartografía que se realizó en ambientes monásticos y universitarios con fines puramente intelectuales, entrando en contraposición con la cartografía hecha en los puertos con la finalidad esencial de facilitar a los pilotos la orientación de sus naves. Podríamos encontrar el antecedente de este tipo de representación cartográfica culta en las obras de **Osorio y de San Isidoro de Liebana**. **Osorio** escribía en el año 416 la obra titulada "**Historia contra los paganos**", y en copias del siglo VII¹²⁴ se incluyen sendos mapa-mundis. Pero es **San Isidoro de Liebana** en sus **Etimologias**, el escritor de su época que presta más atención a la descripción de la cartografía. Estas dos representaciones de las más importantes escogidas a modo de ejemplo son lo que se denomina una cartografía culta, las cuales no se atienden a ningún sistema de representación geométrica o científica, son más bien ilustraciones gráficas a descripciones geográficas, que auténticos mapas en el sentido moderno de la palabra. Por esto sorprende la aparición de las cartas náuticas en el

¹²³ Problemas cartográficos de la Edad Media. J.Rey Pastor. Revista de la Universidad de Madrid, año 1952, Volumen número uno.

¹²⁴ Una que se conserva en la Biblioteca de Albi, y otra traducida al anglo-sajón por Alfredo el Grande que se conserva en Inglaterra.

siglo XIII, en las que se utiliza un sistema de representación sistemático y científico mediante el que consigue una figura altamente coherente con la realidad y que constituyeron el instrumento práctico en la orientación de las navegaciones. Pese a la no desarrollabilidad aludida, si consideramos a las cartas de marear como representaciones de una zona geográfica, con la finalidad de facilitar la navegación, es decir, la representación plana de uno o varios mares, con los accidentes interesantes para el tráfico marítimo que permitían al marino de la época realizar una navegación por rumbos. Lo esencial en estos mapas es la conservación de los ángulos. Por tanto la carta náutica debe de representarse por líneas rectas¹²⁵ todas las curvas de viento o loxodrómicas de la superficie esférica, debiendo conservar cada dos rectas en el mapa el mismo ángulo que los dos vientos correspondientes forman entre sí.

La dificultad de esta representación se genera en que los **rumbos**, rectas en el mapa, corresponden a curvas loxodrómicas en la esfera, es decir, curvas que tienen la propiedad de cortar a todo los meridianos bajo un ángulo constante.

Las dificultades intrínsecas en la representación cartográfica de los mapas náuticos, se debieron a:

PRIMERO: A la utilización de la Brújula como

¹²⁵

Red de vientos del mapa.

instrumento de medida.

SEGUNDO: Al estar las zonas de representación (el mediterráneo) comprendidas dentro de una pequeña variación de latitudes.

TERCERO: Al utilizar el método empírico como criterio de verificación.

En efecto, fue la difusión del uso de la brújula como instrumento náutico lo que permitió la aparición de las cartas náuticas, ya que a causa de ella se pudieron medir con cierta precisión los ángulos que formaban los rumbos con el Norte. Así, aunque no existe certeza de la forma en que se realizaba la toma de datos para la construcción de las cartas náuticas, se supone que estos se toman de los **libros portulanos o derroteros**, en los que se incluían el rumbo marcado por la brújula entre dos puertos y se estimaba al azar la distancia entre dichos puertos. Habría que remontarse al siglo XIII para ver como se las ingenieron los primeros dibujantes de mapas de regiones de costa, que más tarde fueron recopilados por alguien en una sola carta náutica más extensa. Suele suponerse, pese a la contradicción teórica que ello entraña, que los pioneros de la cartografía fijaban en el pergamino los cabos sucesivos de una costa por la denominada norma de **rumbo-distancia**, es decir, llevando al mapa los vectores dados en coordenadas polares por el derrotero. Pero nosotros nos inclinamos más a pensar en la

posibilidad de que para realizar la representación cartográfica se partiese de dos puntos fijos y se determinase la posición de cada punto de la costa por la intersección de sus dos **rumbos** respecto a los puntos fijos considerados. De este modo, usando solamente **medidas** (mucho más precisas que las distancias) quedarían excluidas las estimaciones de distancias de precisión mucho más difícil de conseguir. Este sería el método más exacto y menos trabajoso para efectuar el levantamiento por medio de una brújula de una cuenca o zona costera.

Suponiendo cumplida esta condición, este relevamiento meramente angular tendría una ventaja inmensa: la carta así construida sería exactamente la proyección de **Mercator**, sin paradojas ni errores, y conseguida de forma empírica tres siglos antes.

Cuando en la segunda mitad del siglo XV se difunde la obra de **Ptolomeo** la "**Geografía**", y con ella la denominada "**carta plana**", con sus variadas proyecciones¹²⁶ quedaron patentes las contradicciones entre este tipo de representación y la representación isogonal utilizada en los portulanos. Por eso se debe considerar como un retroceso¹²⁷ la influencia ejercida por los clásicos, que ponía por encima

126

Especialmente las primitivas debidas a Marino de Tiro, cuadrículadas de latitudes y longitudes, siendo estas equidistantes.

127

Las deformaciones introducidas por Ptolomeo no se deben sólo al sistema de representación utilizado, sino también al hecho de que disponía de las coordenadas de un número no muy abundante de puntos y algunas de ellas manifestamente erróneas, tal como puede verse en la representación de Escocia, o de la Península Ibérica.

los argumentos de autoridad a aquellos que provenían de la propia experiencia. En cualquier caso estas contradicciones hicieron ensayar y desarrollar distintas formas de proyección, sobre todo cuando se quería representar en su rectángulo zonas geográficas que comprendiesen diferencias de latitud importantes.

Otro fenómeno que plantea conflicto entre el método portulánico y el ptolemáico de coordenadas geográficas fue la **declinación magnética**. Este fenómeno, conocido con anterioridad a Colón y observados su variación con las longitudes por primera vez por Colón el 13 de septiembre de 1492, hizo que la representación portulánica poseyera un error sistemático: un giro en el sentido contrario al de las agujas del reloj, de unos nueve minutos aproximadamente, el cual afectaba a las latitudes. Esta rotación a la **declinación magnética**, no podía ser notada en el siglo XIII por los cartógrafos ni por los navegantes antes de ponerse en uso la ballestilla y el cuadrante que les permitiese medir las latitudes geográficas, y aunque el astrolabio habría bastado para medir la altura de la Polar o del Sol al medio día, al ser suficiente conocer el rumbo para llegar al puerto de destino no se prestó atención a las latitudes, ni estas afectaban a la buena navegación de la época.

- Hay que distinguir en la **Escuela Mallorquina** dos tipos de producciones:

Las cartas de marear destinadas estrictamente a este fin práctico y profesional¹²⁸.

Las cartas a la vez náutica y geográfica, en las cuales reside la gran originalidad mallorquina, cuyo prototipo fue por muchos años el Atlas catalán anónimo del año 1375.

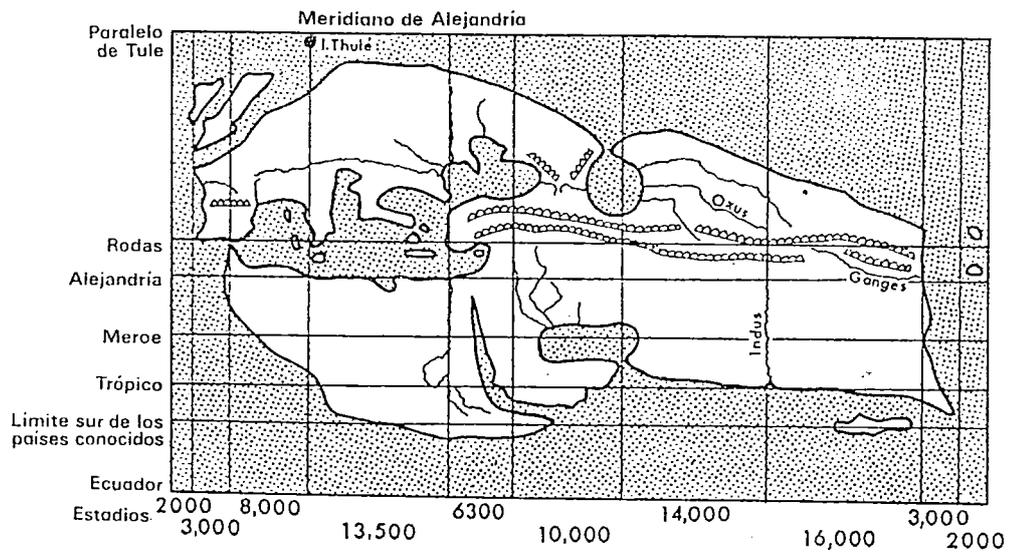
¹²⁸

Un ejemplo de este tipo puede ser la carta de marear de Soler realizada en el año 1385.

CAPITULO XI

APENDICE DOCUMENTAL

Ilustración: 1.



Cuadrícula de Erastótenes.

Ilustración: 2.



Figura de Atlas, sosteniendo la esfera terrestre.

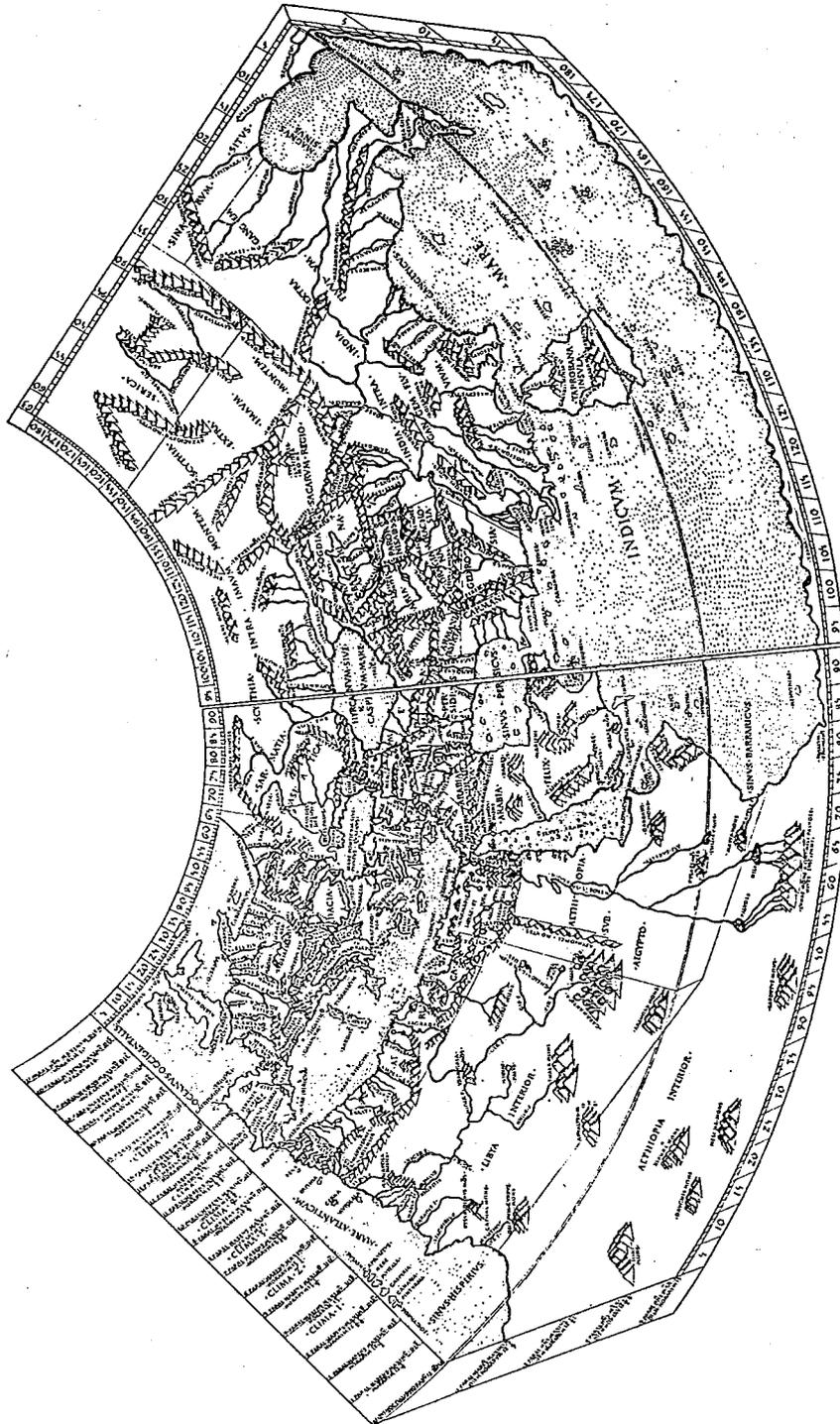
Museo Naval Británico.

Ilustración 3.

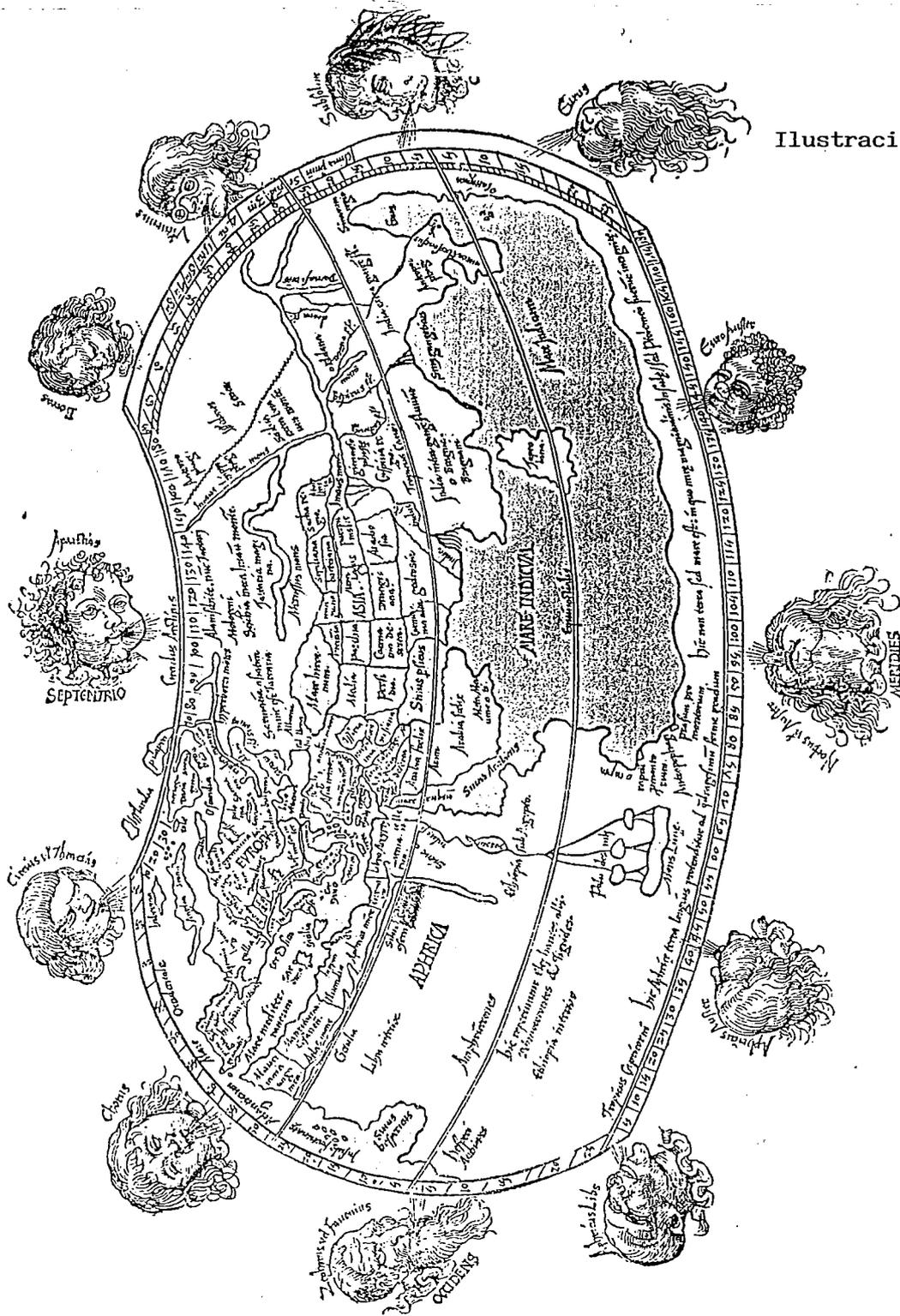


Ptolomeo o la Astronomía de Giotto y Andrea Pisano. Detalle de un relieve del campanario de la catedral de Florencia.

Ilustración 5.



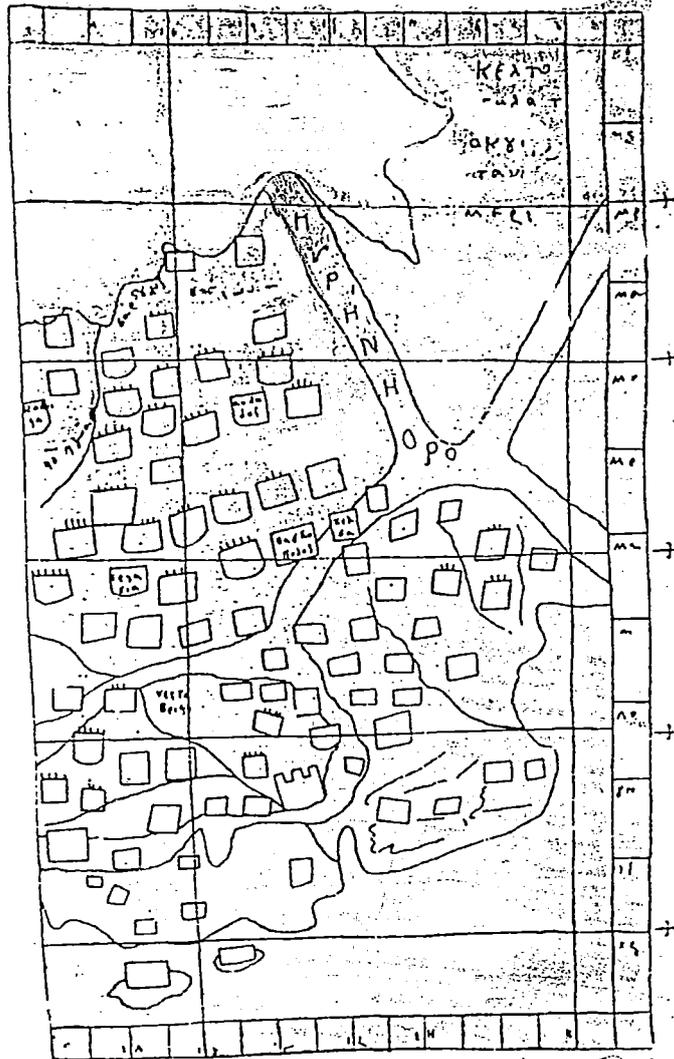
Mapa universal de Claudio Ptolomeo, Siglo II, impreso en Roma en 1490.



Versión del mapa-mundi de Claudio Ptolomeo, realizado en el año 1503 por Reich, para su obra enciclopédica "Margarita Philosophica".

Biblioteca Nacional de Madrid.

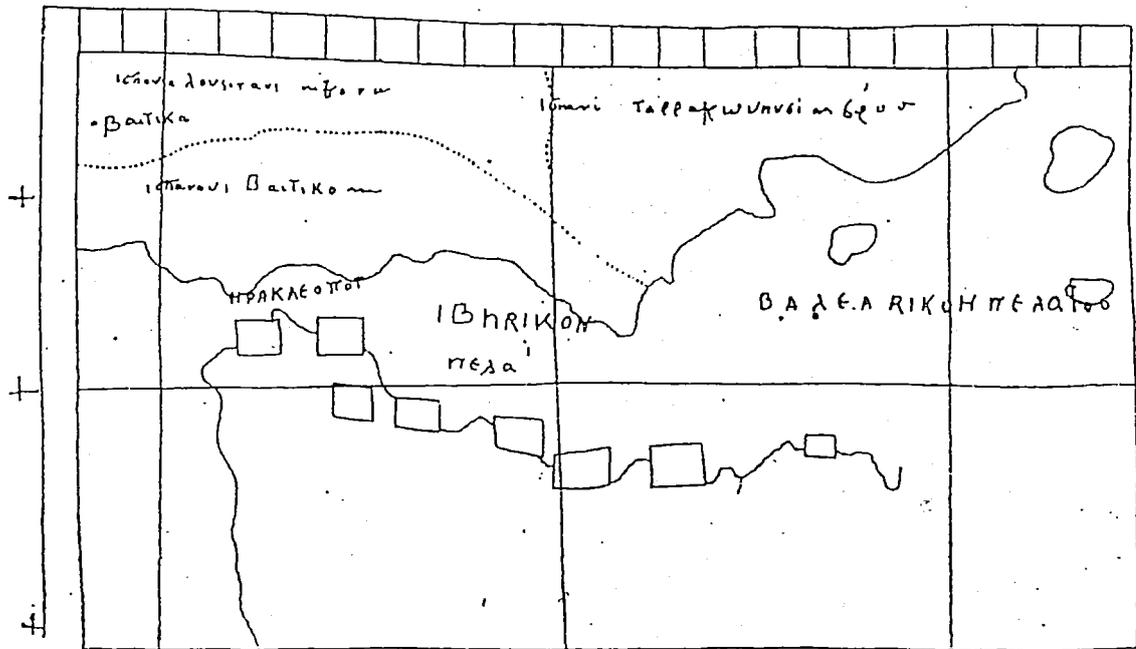
Ilustración 7.



Mapa de España.

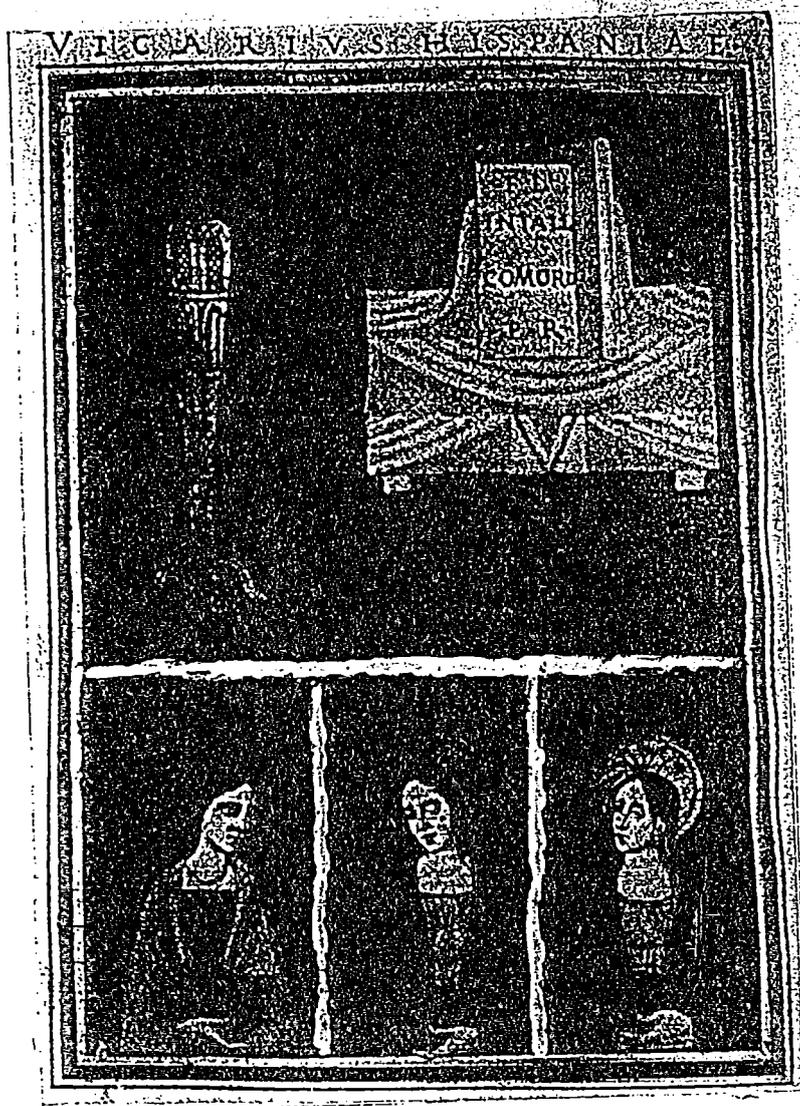
Copia de un manuscrito de Ptolomeo, escrito en el siglo XII.

Ilustración 8.



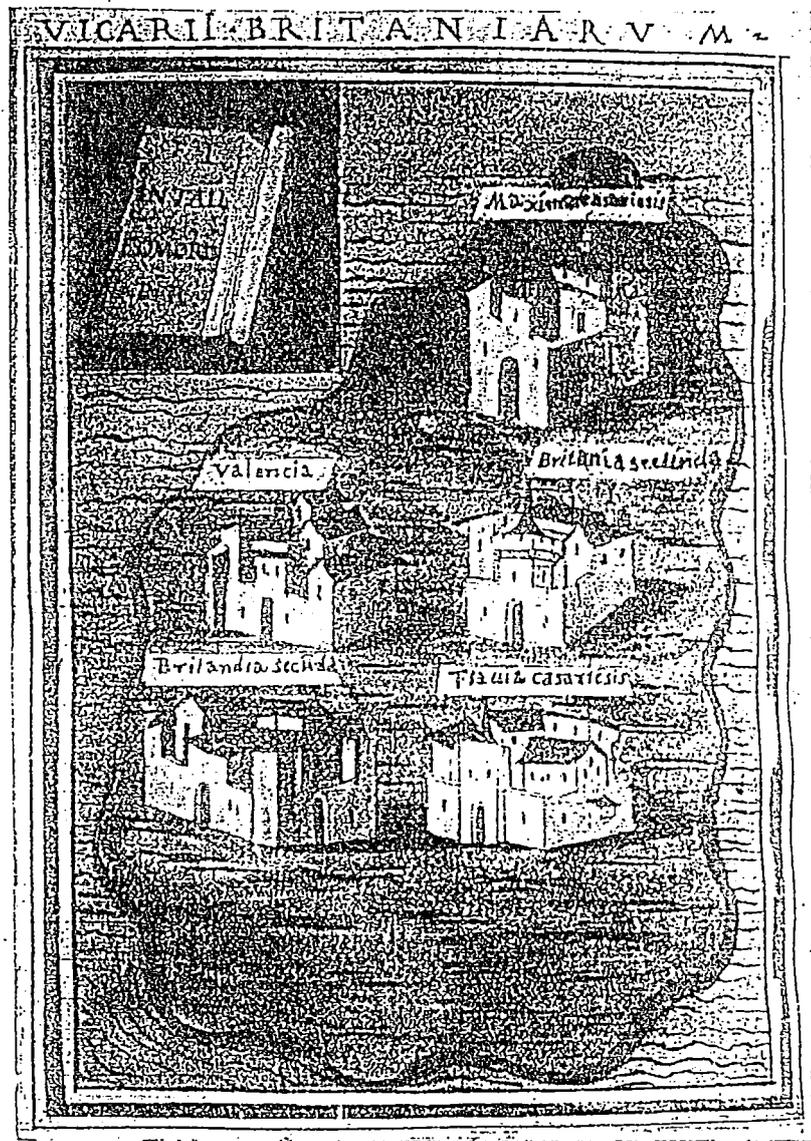
Mapa del Estrecho de Gibraltar. Copia de un manuscrito de Ptolomeo, escrito en el siglo XII.

Ilustración 9.



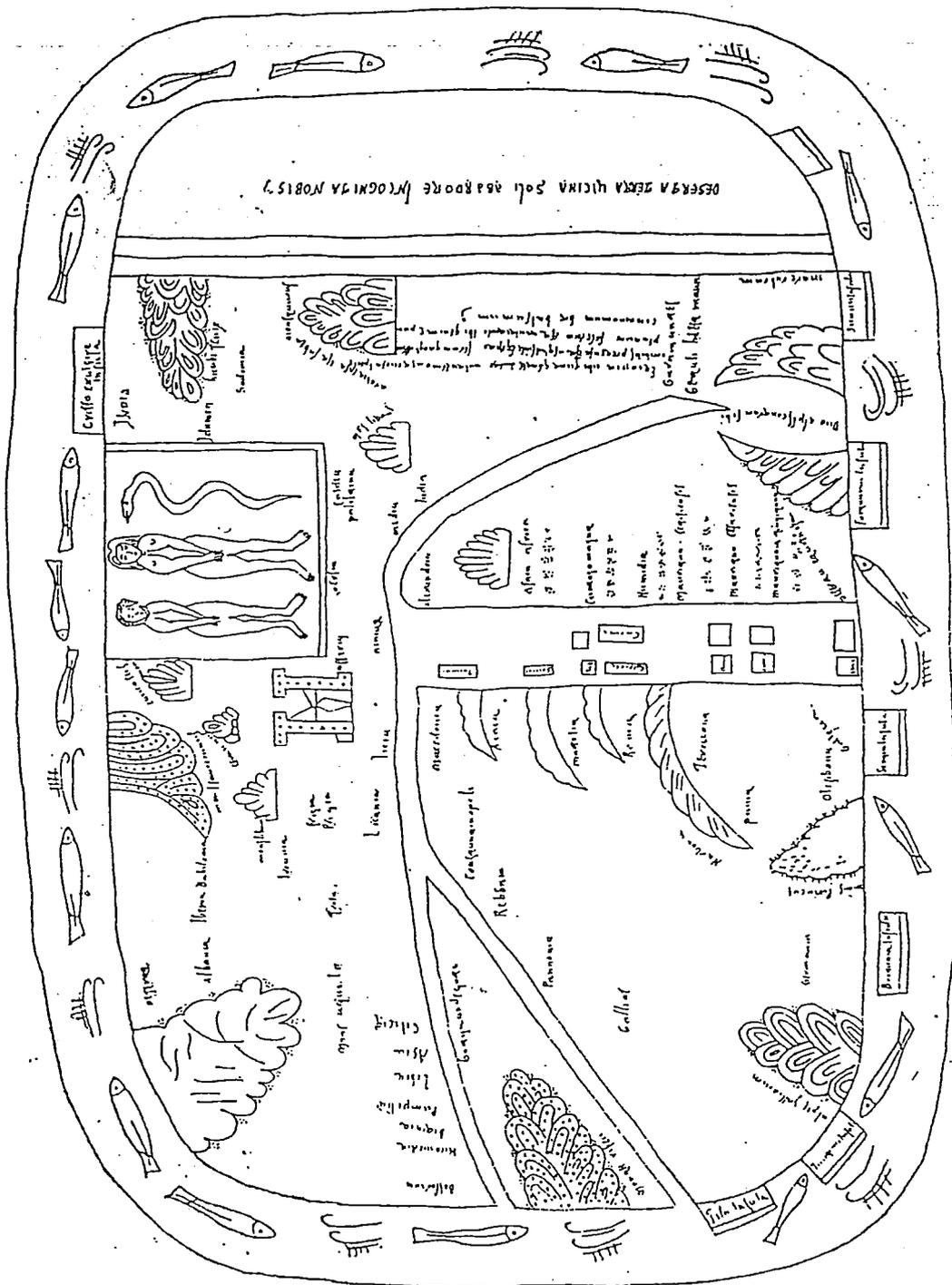
Reproduccion del folio 150 del manuscrito de la Biblioteca Nacional de Madrid. Q.129.

Ilustración 10.



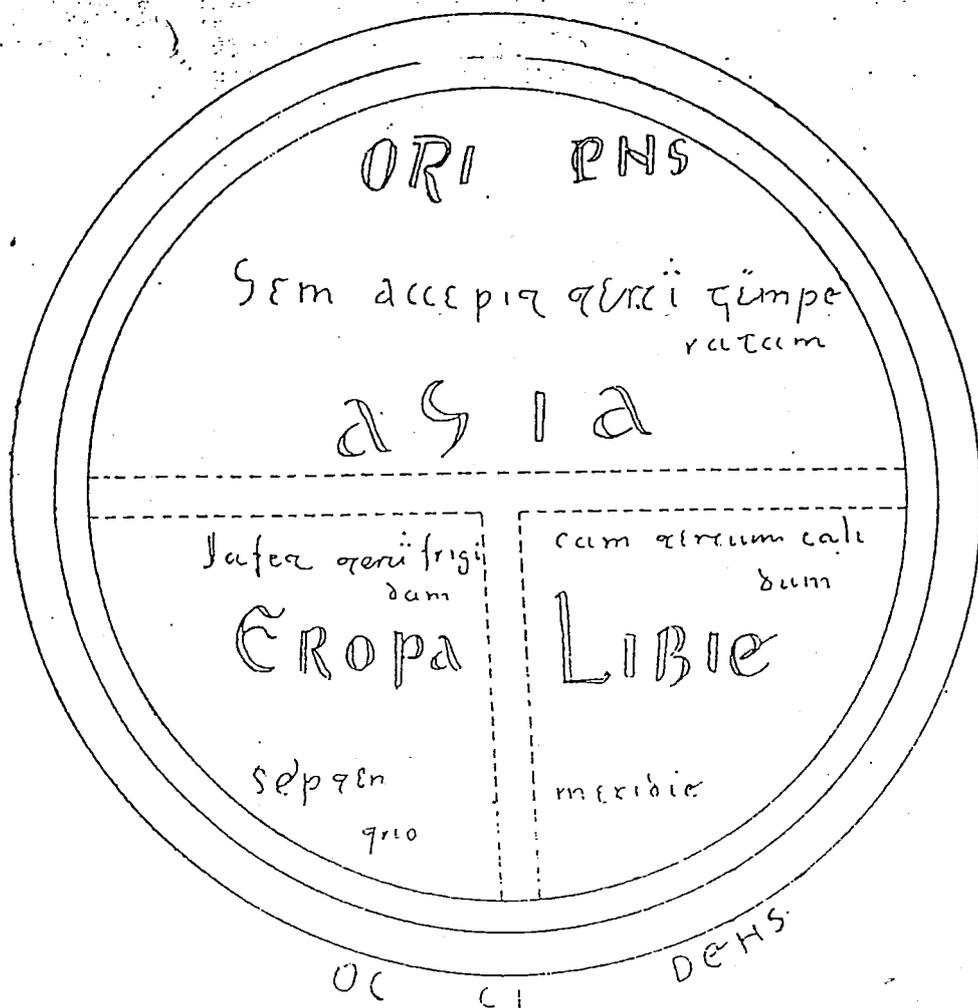
Reproducción del folio número 149, del manuscrito de la Biblioteca Nacional de Madrid. Q.129.

Ilustración 11.



Mapa de los Comentarios al Apocalipsis, por San Beato de Liebana
 Manuscrito de Valcarado, escrito en el año 970 (inedito).

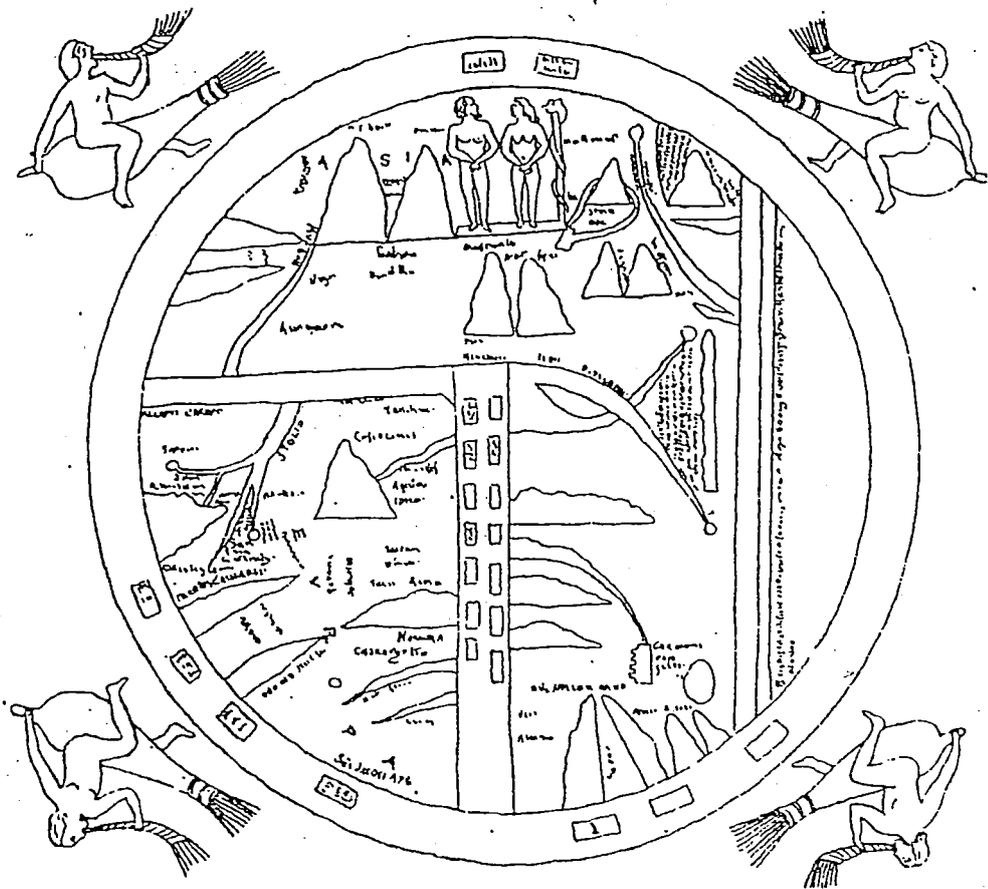
Ilustración 12.



Mapa-mundi, de un manuscrito del Apocalipsis, escrito en el año 970.

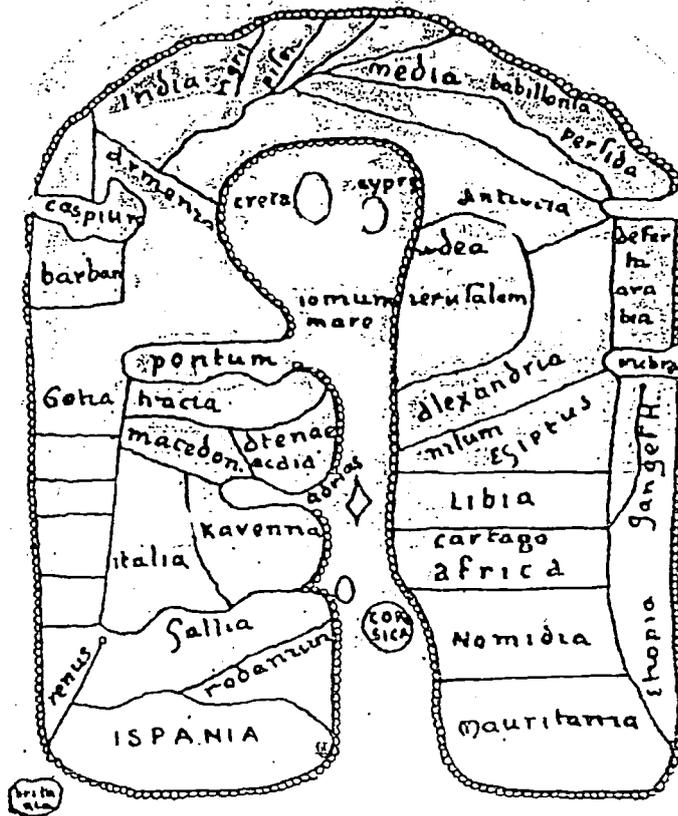
Monasterio de Távara.

Ilustración 13.



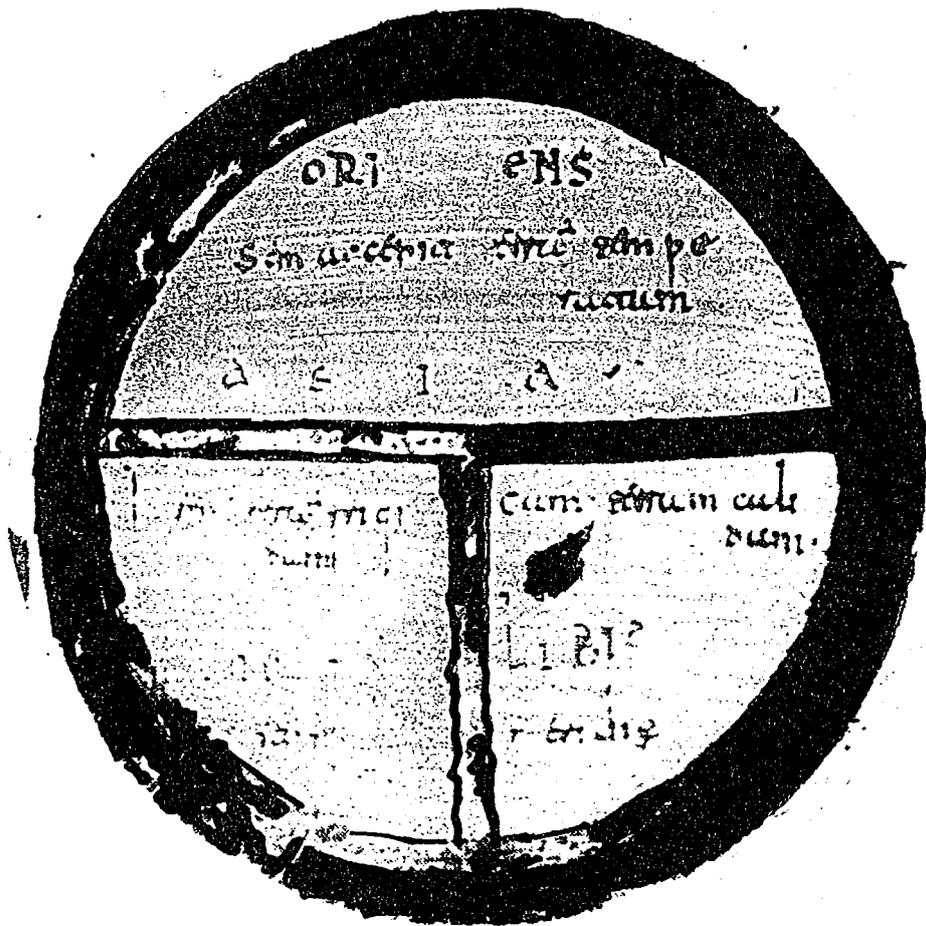
Un Manuscrito del Apocalipsis, escrito por San Beato de Liebana, Existente en Turín y copiado en el siglo XII.

Ilustración 14.



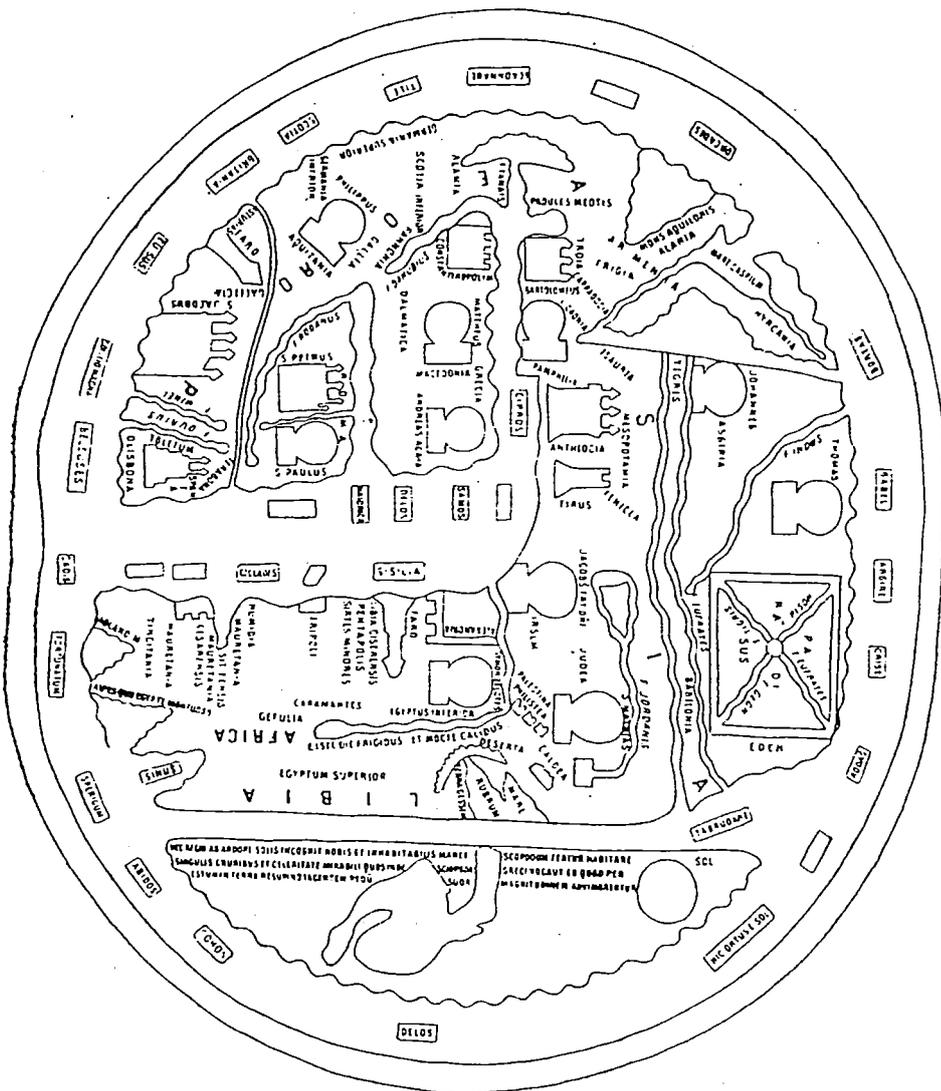
Mapa de la obra de Osorio. Manuscrito del siglo VIII, de la Biblioteca de Alby.

Ilustración 16.



Beato de Tábara, año 970. Archivo Histórico Nacional de Madrid, 1240
Folio último recto. (tablas descendientes de Noé.)

Ilustración 17.



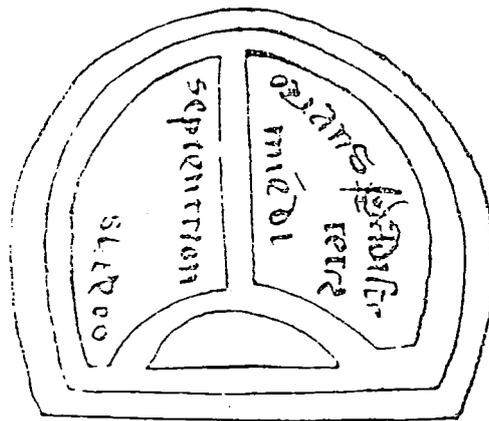
Beato de Burgo de Osma. Año 1086

Ilustración 18.



Mapa del siglo XV, que se encontraba en el reverso de una moneda de comerciar. Biblioteca Nacional de París.

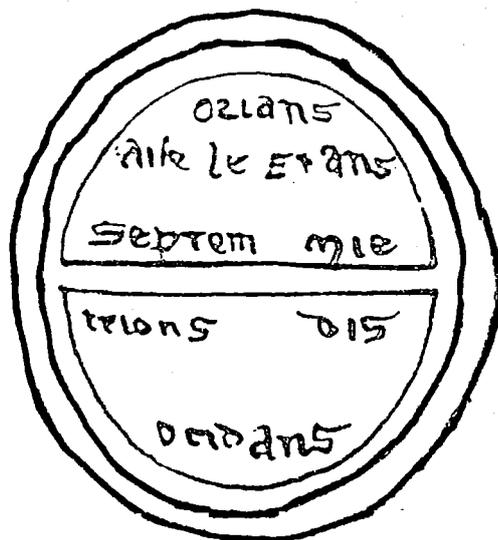
Ilustración 19.



Mapa del siglo XIV, sacado de un manuscrito de la época.

Biblioteca Nacional de París.

Ilustración 20.



Mapa del siglo XIV, sacado de un manuscrito de la época.

Bibliocena Nacional de París.

Ilustración 22.

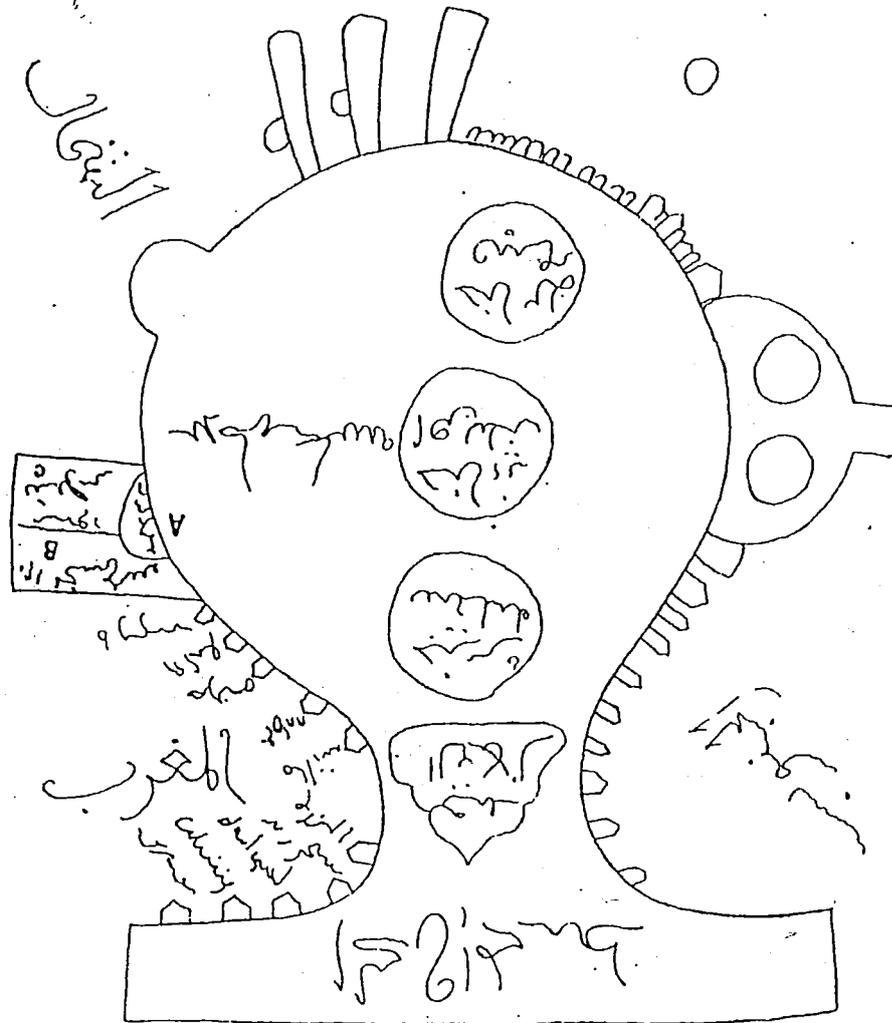
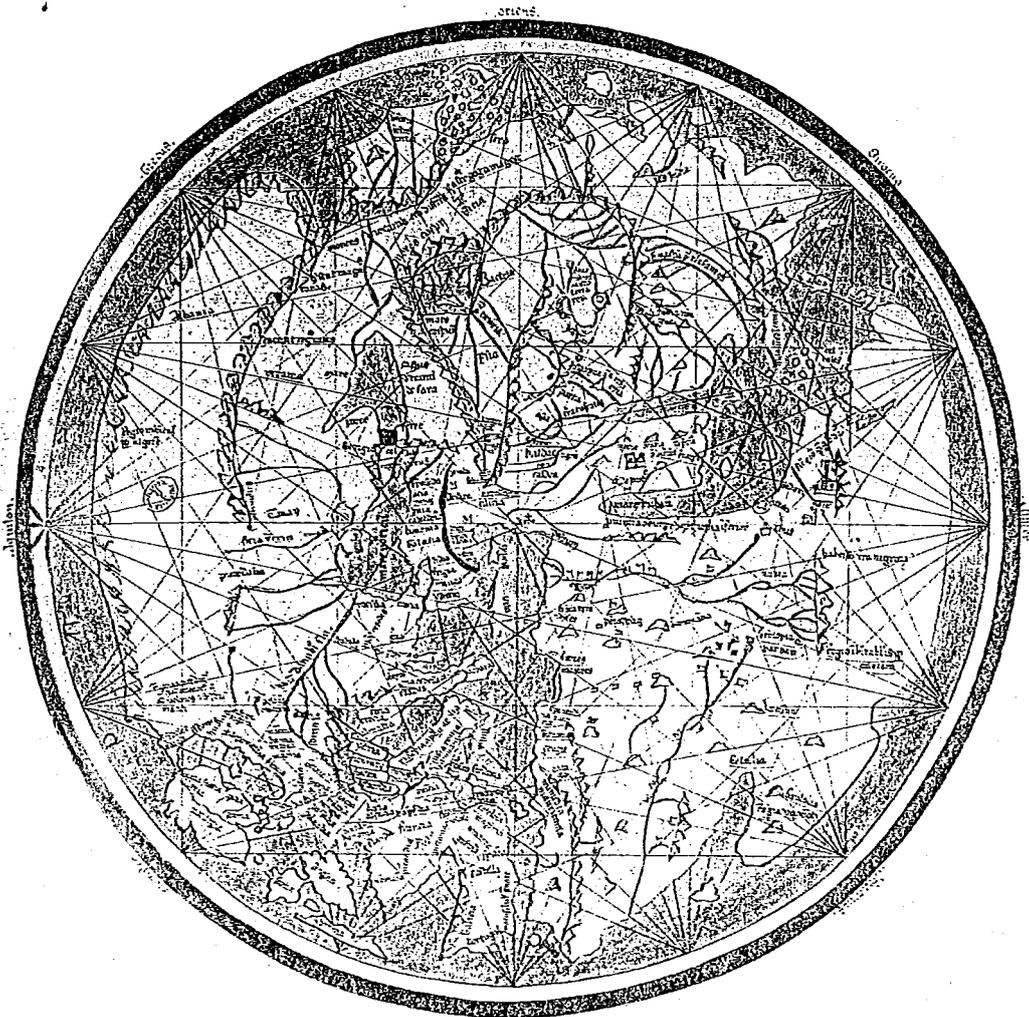


Imagen del Mediterraneo, por Isthakri. Año 950

Ilustración 23.



Mapa-mundi, sacado de manuscritos del Vizconde de Santarém.
Biblioteca Nacional de París.

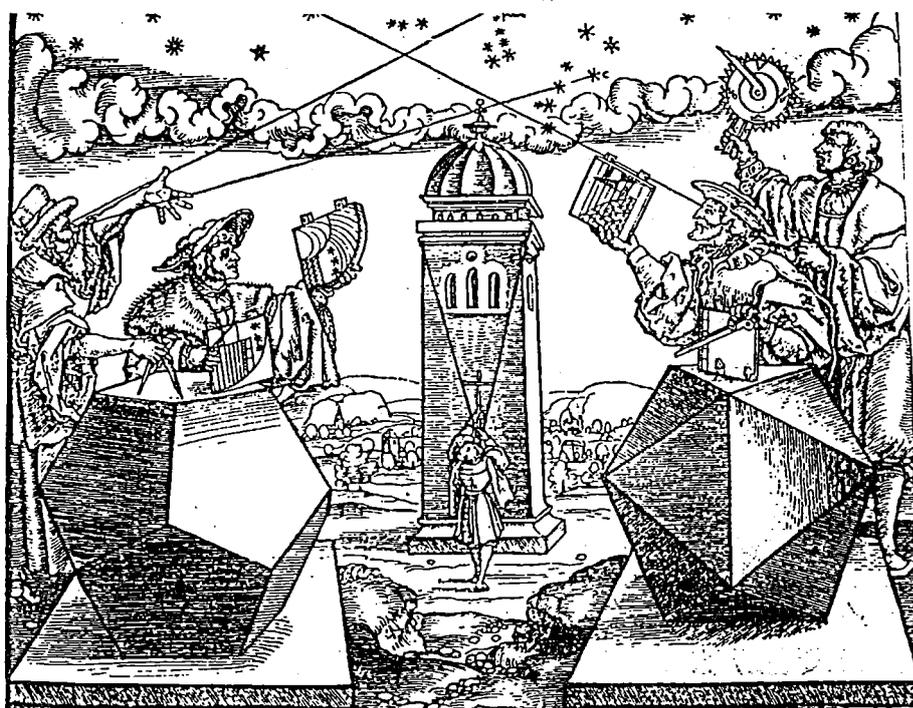
Ilustración 27.



Aristóteles, Kepler, y Hevelius demuestran sus diferentes teorías acerca de los cometas.

Frontispicio de la Cometografía de Johanes, Hevelius, 1668.

Ilustración 28.



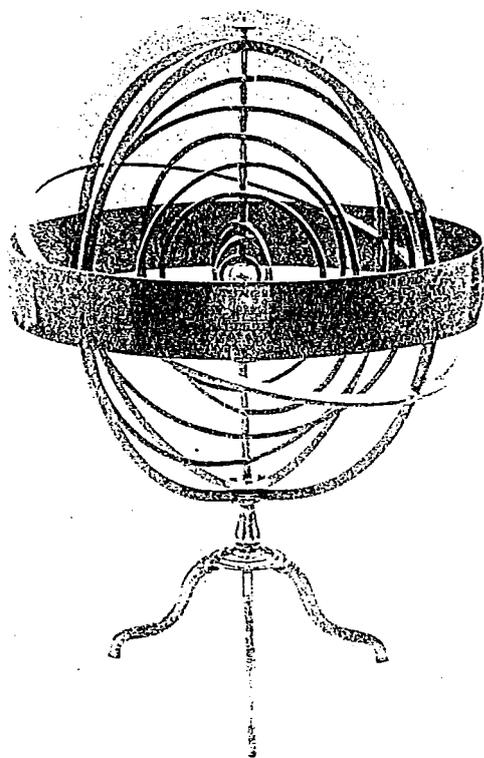
Grabado que muestra diferentes instrumentos para la realización de diferentes medidas. De ángulos el compás, de altura el Bastón de Jacob, y el Cuadrante. La figura de la derecha, sostiene un Nocturlanio aparato el cual permitía calcular la hora durante la noche.

Ilustración 29.



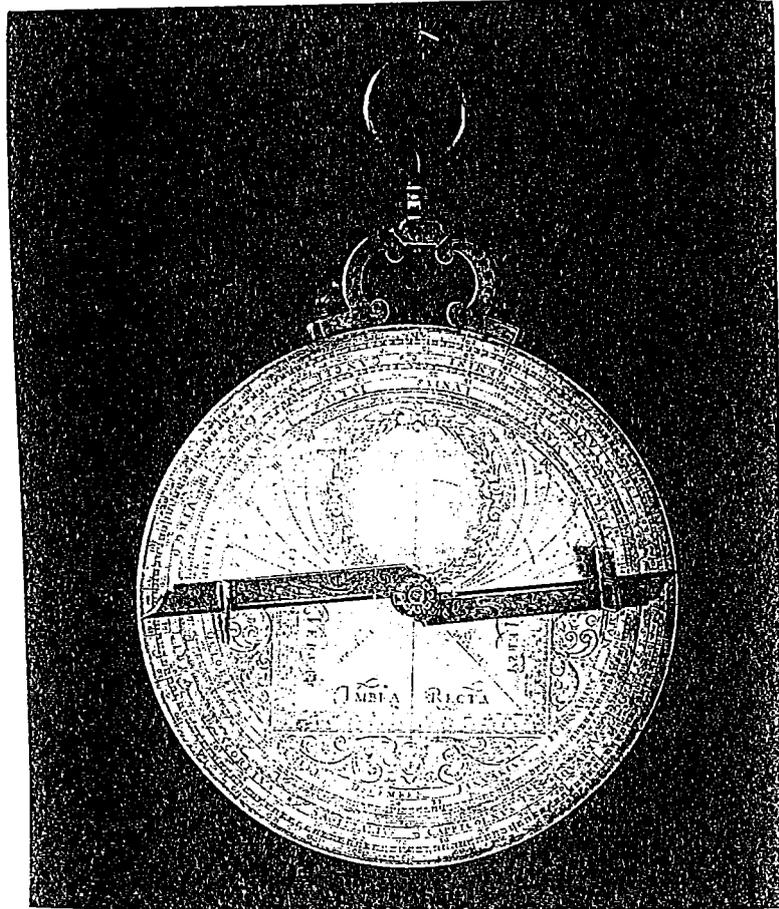
Esfera Armillar.

Ilustración 30.



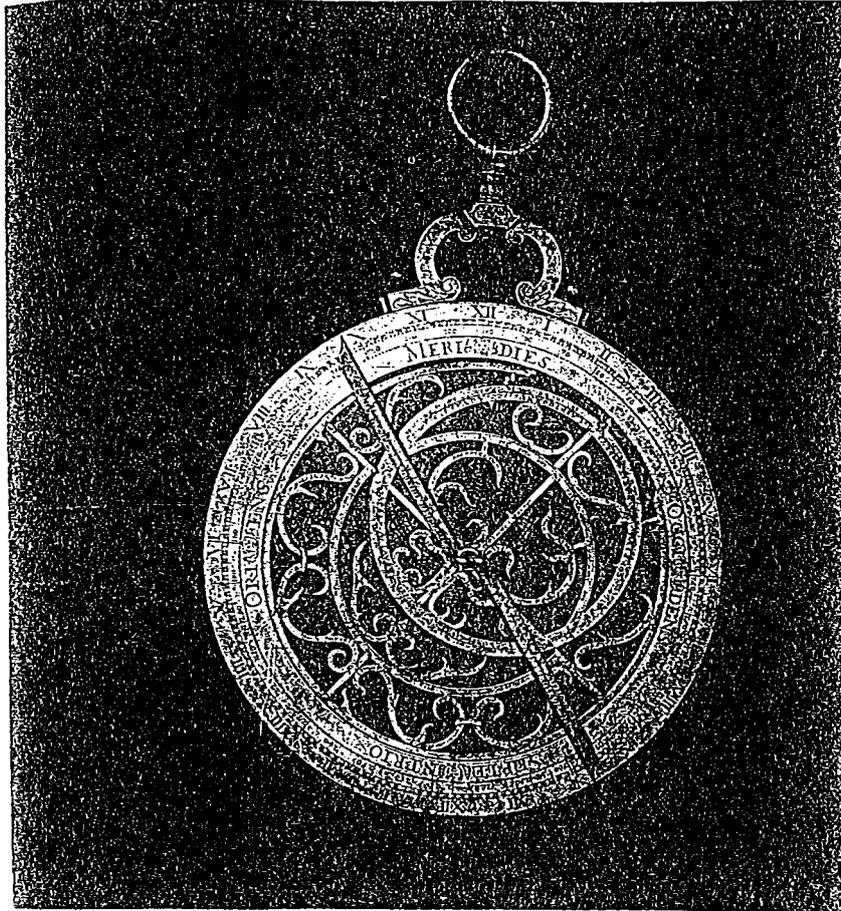
Esfera Armillar, hecha en latón.

Ilustración 31.



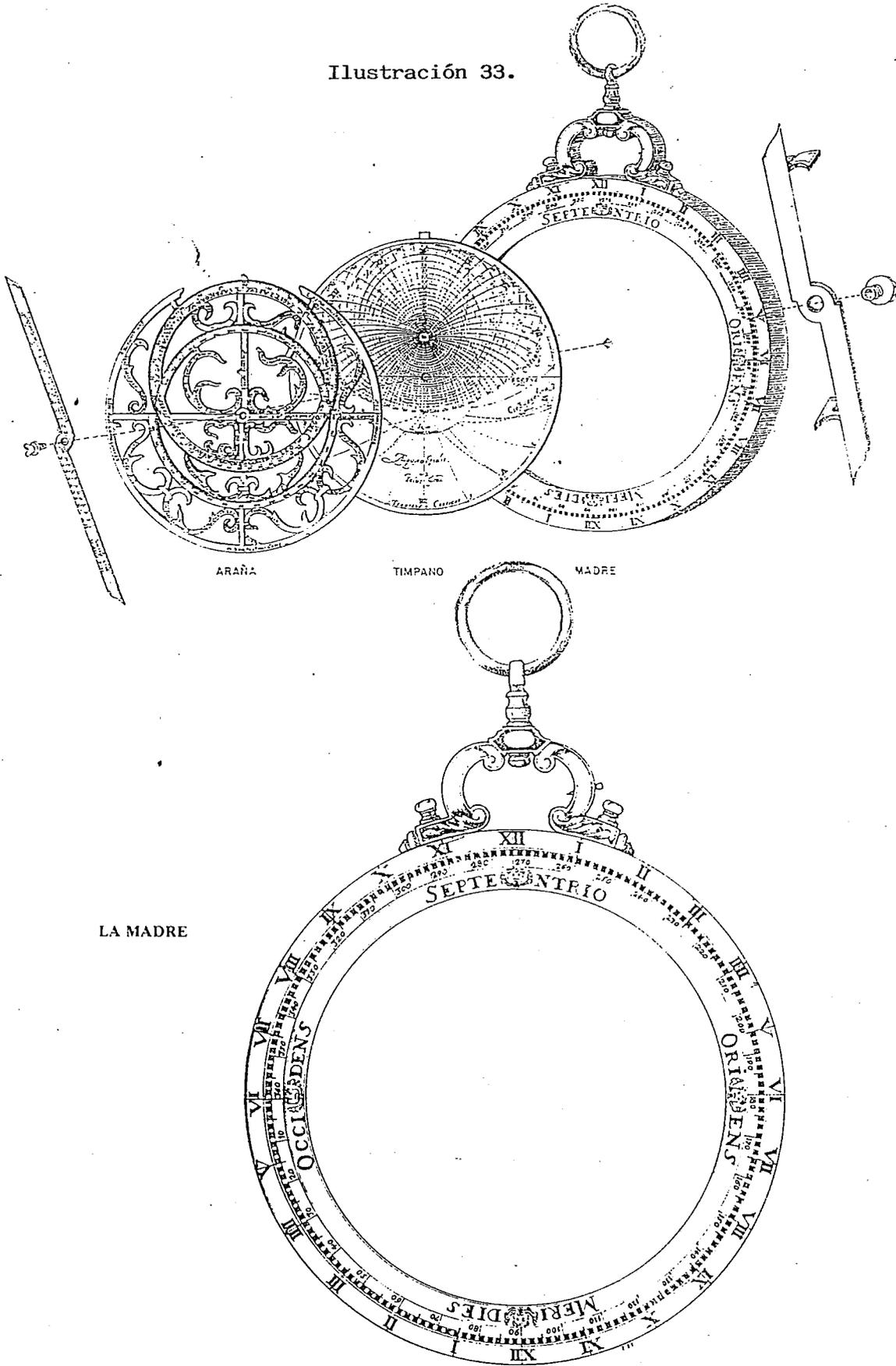
Astrolabio.

Ilustración 32.



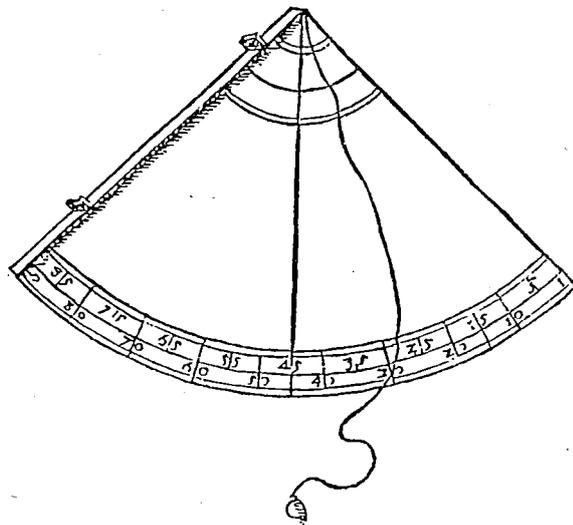
Astrolabio.

Ilustración 33.



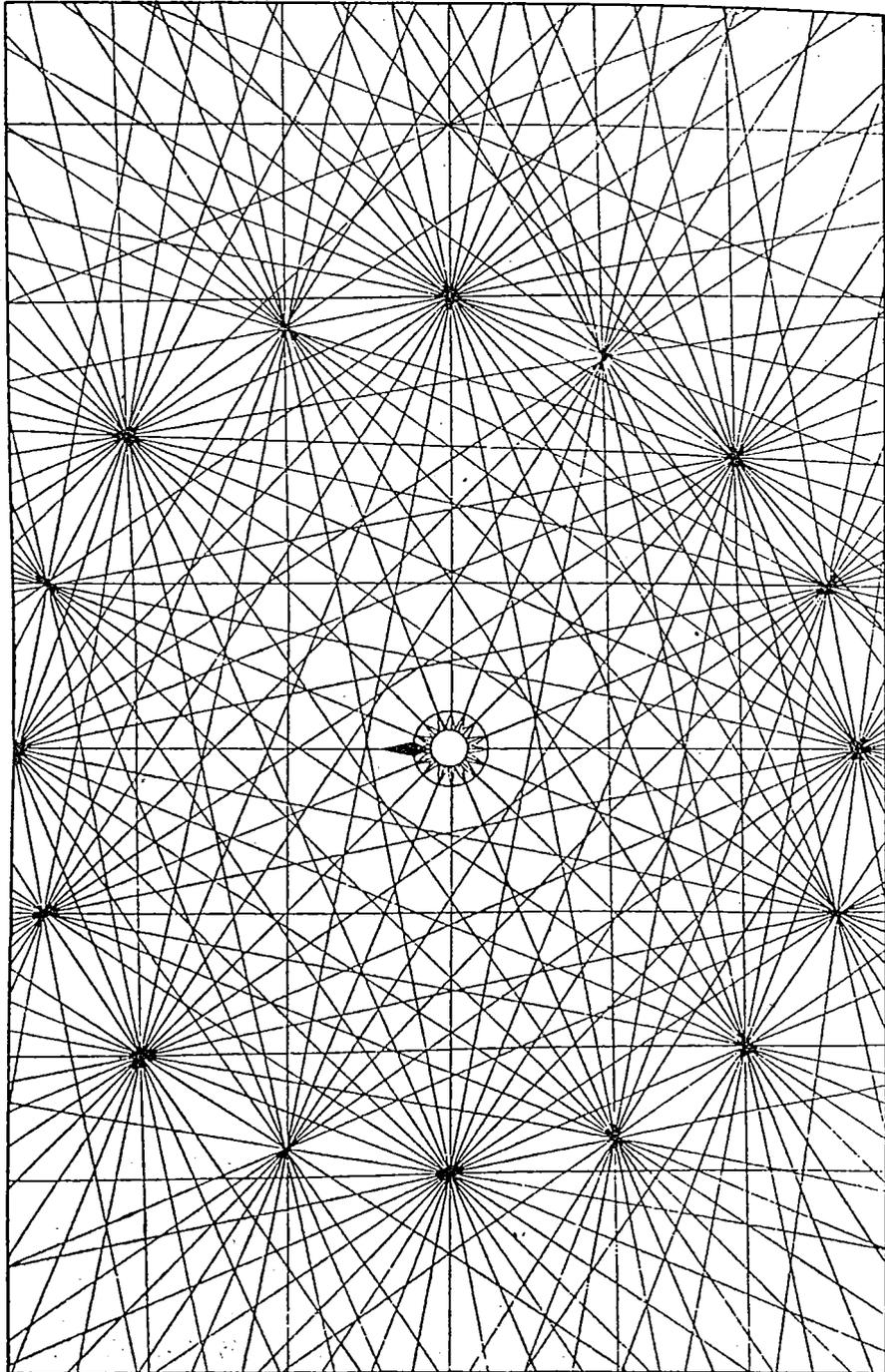
Dibujo de la proyección o desarrollo del Astrolabio con sus diferentes partes.

Ilustración 34.



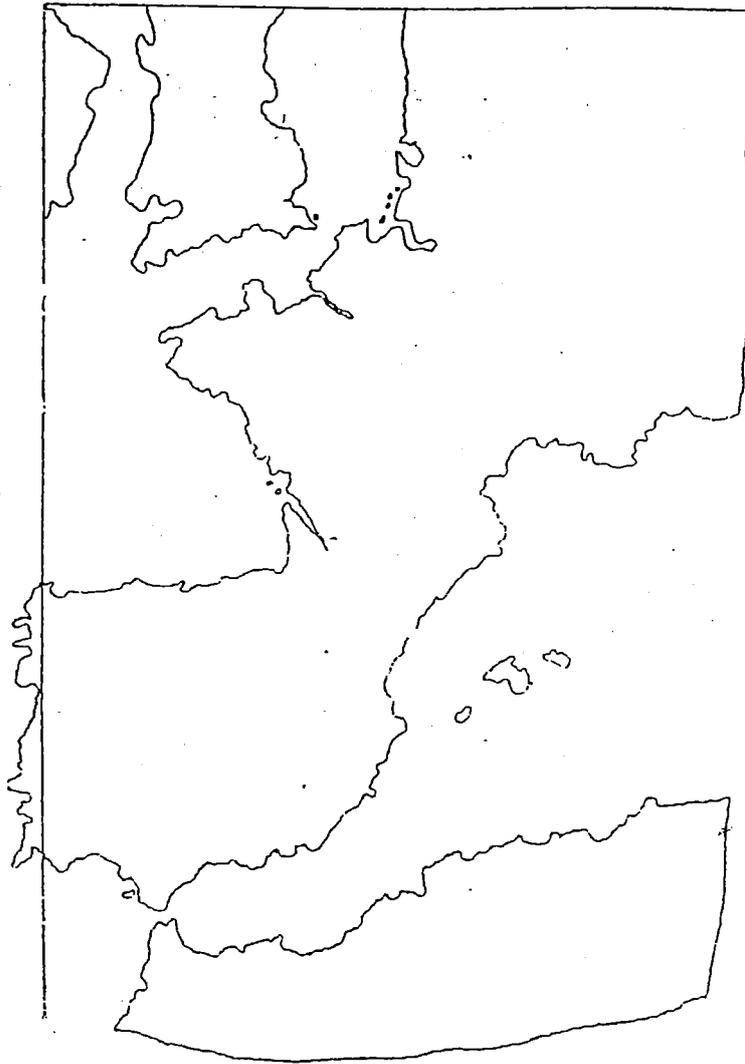
Cuadrante. Segun "Instruccion Náutica" de Diego García de Palacio. 1587. Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 35.



Principios de construcción de los portulanos.

Ilustración 37.



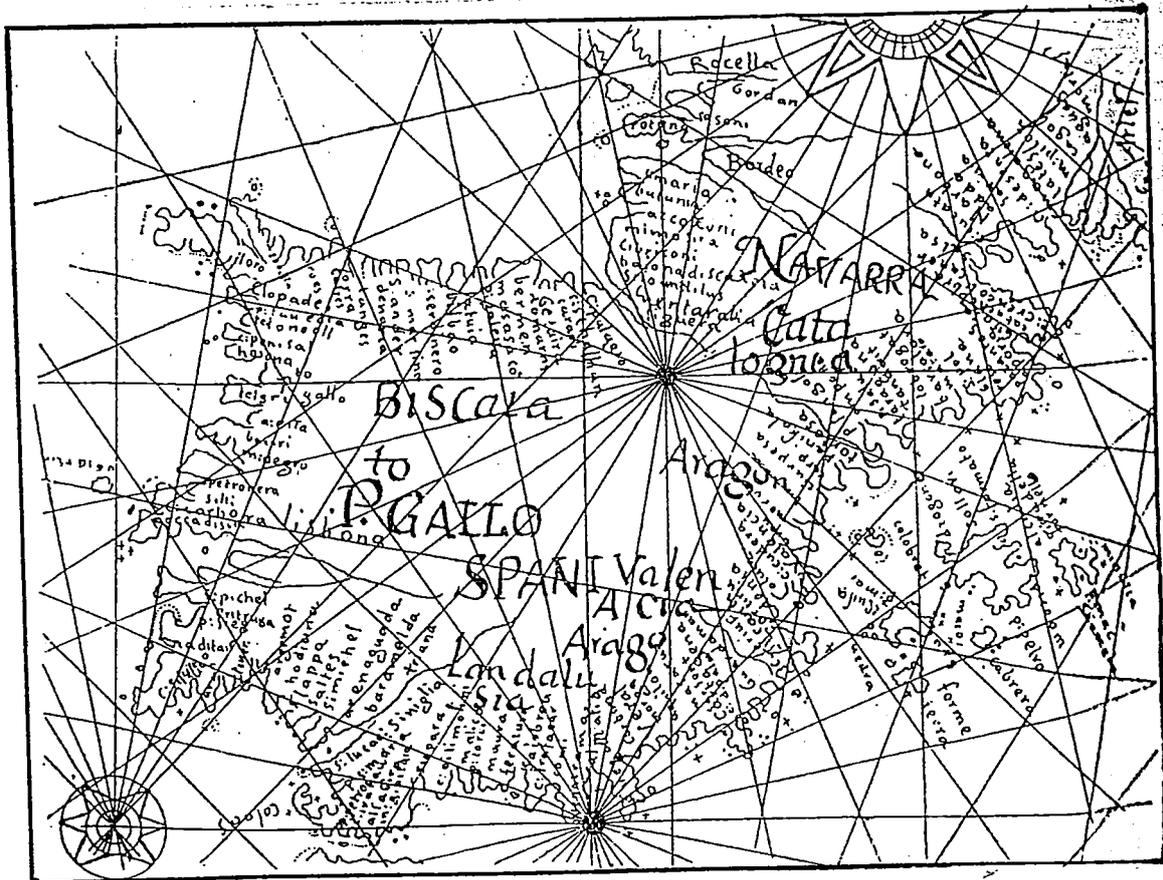
Mapa árabe-hispano,
del siglo XIII. Se encuentra en la Biblioteca Ambrosiana de Milán.

Ilustración 38.



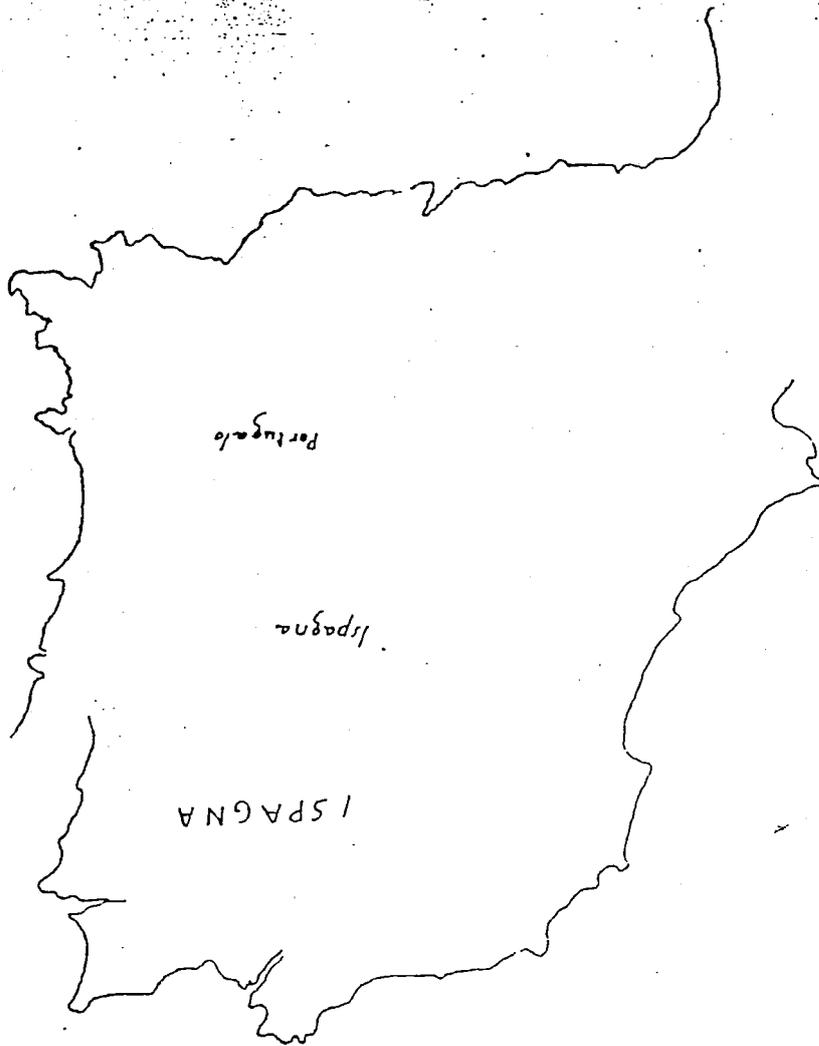
Mapa de Angelino Dulcert. Año 1339.

Ilustración 39.

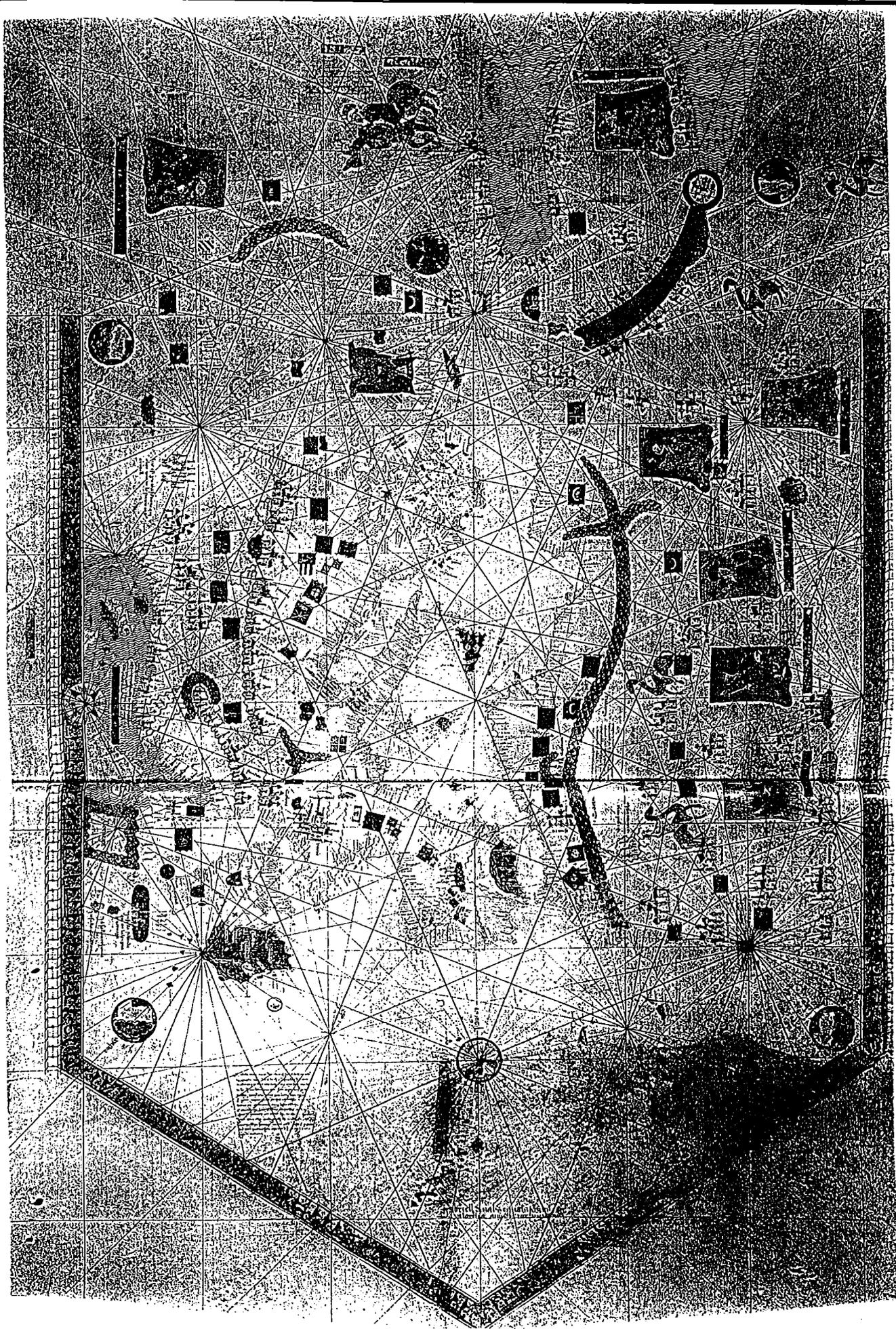


Mapa náutico español de la primera mitad del siglo XIV
existente en la sección de manuscritos de la Biblioteca Nacional de
Madrid.

Ilustración 40.



Mapas de Visconti, año 1318.



Carta de Gabriel Valseca, "Feta a Malorcta l'ais 1435"
Museo Marítim de Barcelona.

Ilustración 42.



Rostro en litografía de Gerardo Mercator de Rupelmonde, (1512-1594),
matemático y cartógrafo.

Ilustración 43.



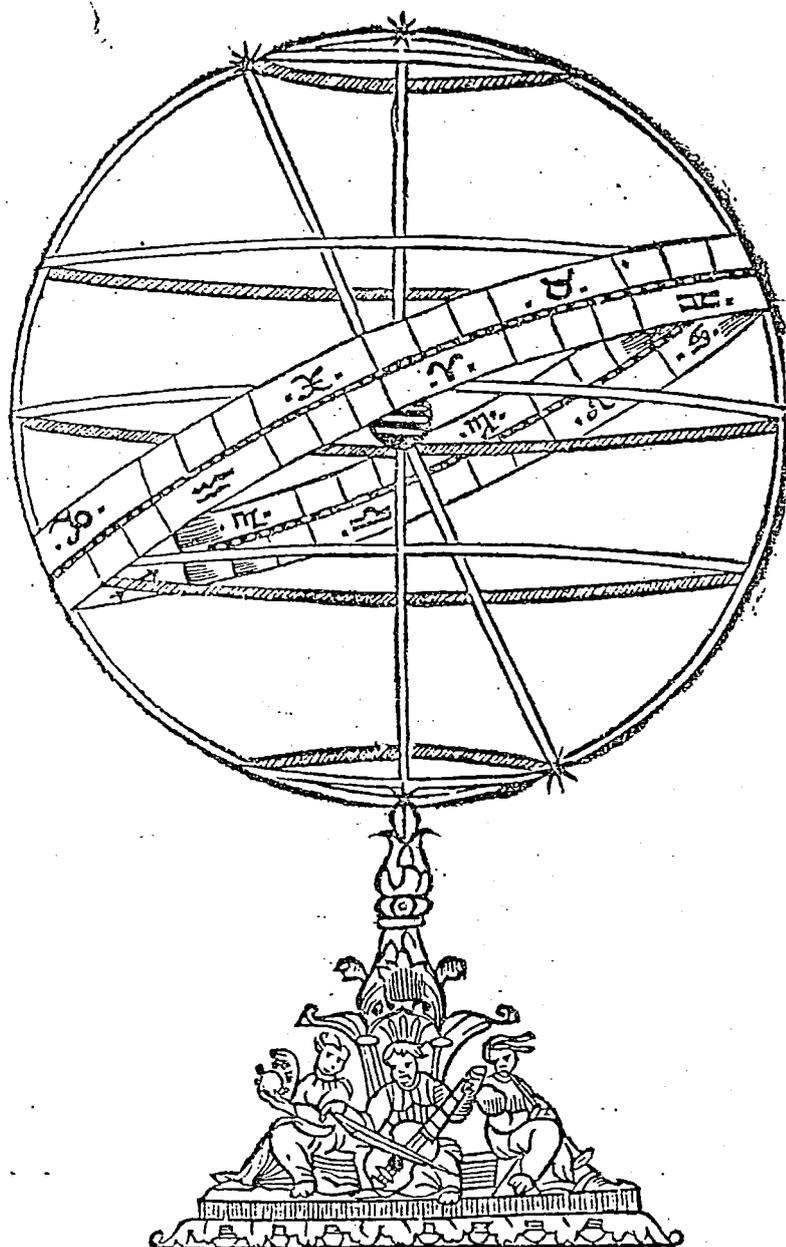
Antonio de Nebrija. Grabado de un diccionario Latino-español, impreso en Granada en 1550.



Suma de geographia q̄
trata de todas las partidas ⁊ prouinci
as del mundo: en especial de las indias.
⁊ trata largamente del arte del marear
juntamente con la esfera en romance:
con el regimiêto del sol ⁊ del norte: ago
ra nueuamente emendada de algunos
defectos q̄ tenia en la impressiõ passada.

Portada de la obra "Suma de Geographia", de Martín de Enciso, Sevilla, año de 1530.

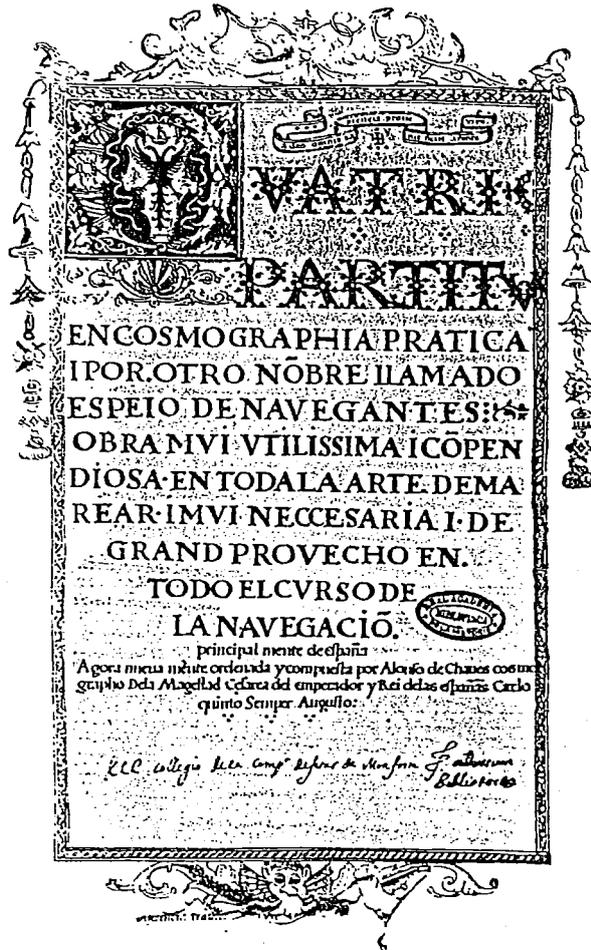
Ilustración 45.



Hoja número 23vº, de la obra de Francisco Falero "Tratado del Sphera
y del Arte de marear". Sevilla, año de 1535.

Biblioteca Nacional de Madrid.

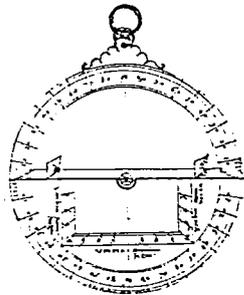
Ilustración 47.



Portada de la obra "Quatri Partitu" de Alonso de Chaves. Real Academia de la Historia. Madrid.

Ilustración 48.

DEMONSTRACION DEL DICHO ASTROLABIO

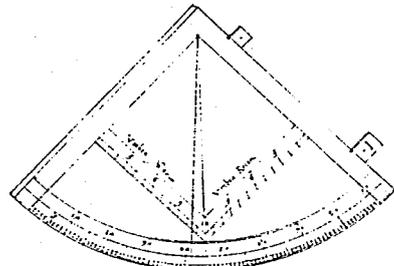


DEL VSO DEL ASTROLABIO SVSO DICHO

*Cel vso del astrolabio muestra la forma de su cuerpo y el modo de su uso para las
 operaciones de su arte y de su ciencia. La forma de su cuerpo
 es de un círculo que se divide en dos partes iguales por una línea que
 se llama línea del ecuador. En cada una de las partes se divide el círculo
 en 12 partes iguales que se llaman horas. En la parte superior se divide
 el círculo en 12 partes iguales que se llaman minutos. En la parte inferior
 se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman segundos. En la parte
 superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman tercios. En la
 parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman cuartos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman quintos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman sextos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman séptimos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman octavos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman novenos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman decimos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman undécimos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman duodécimos.*

*Para usar el astrolabio se debe tener en cuenta el modo de su uso para las
 operaciones de su arte y de su ciencia. La forma de su cuerpo
 es de un círculo que se divide en dos partes iguales por una línea que
 se llama línea del ecuador. En cada una de las partes se divide el círculo
 en 12 partes iguales que se llaman horas. En la parte superior se divide
 el círculo en 12 partes iguales que se llaman minutos. En la parte inferior
 se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman segundos. En la parte
 superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman tercios. En la
 parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman cuartos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman quintos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman sextos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman séptimos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman octavos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman novenos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman decimos.
 En la parte superior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman undécimos.
 En la parte inferior se divide el círculo en 12 partes iguales que se llaman duodécimos.*

DEMONSTRACION I FORMA DEL QVADRANTE
 IDE SVS PARTES:

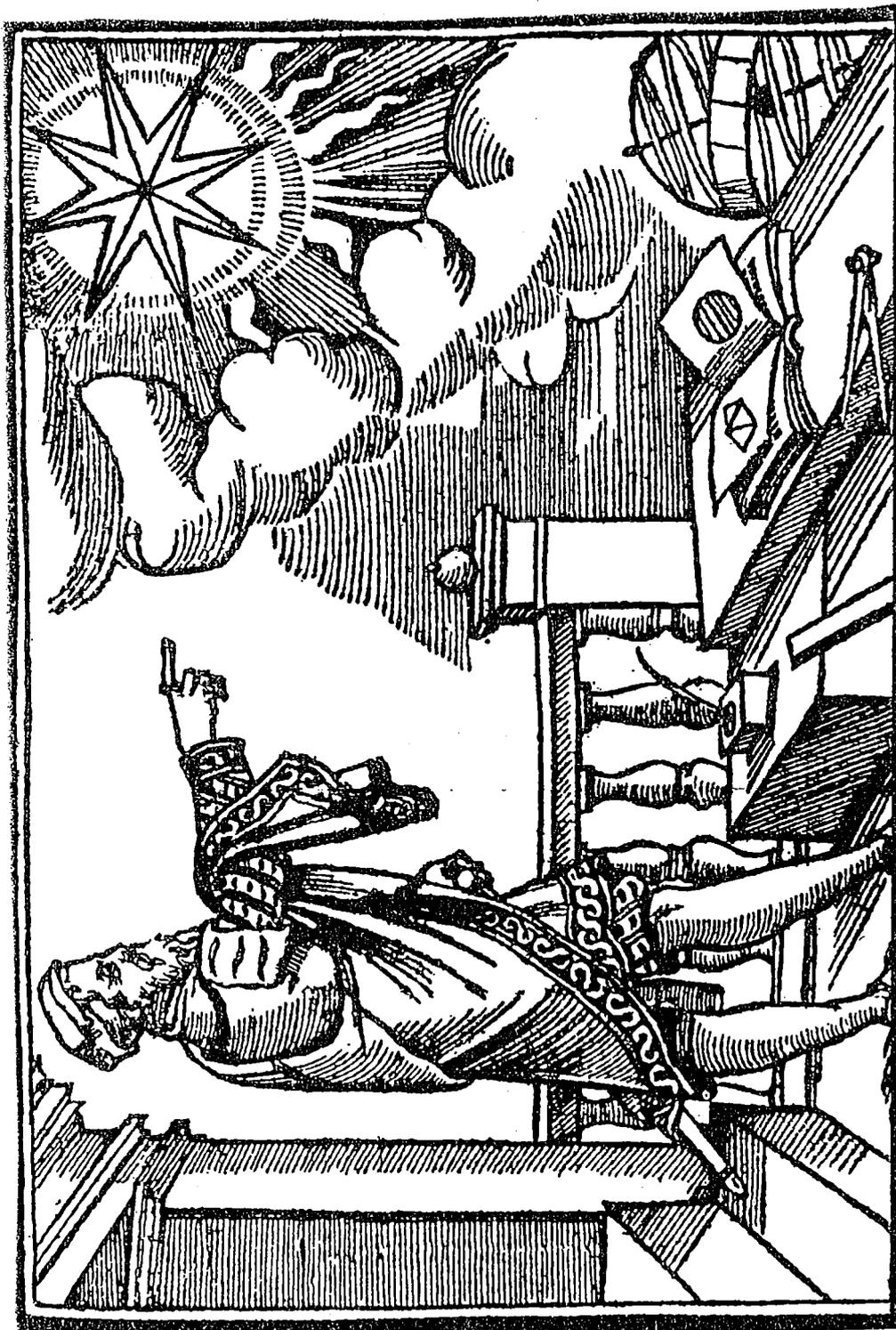


DEL VSO DEL QVADRANTE
 SVSO DICHO

*Cel vso del cuadrante muestra el modo de su uso para las
 operaciones de su arte y de su ciencia. La forma de su cuerpo
 es de un cuadrante que se divide en 90 partes iguales por una línea que
 se llama línea del ecuador. En cada una de las partes se divide el cuadrante
 en 12 partes iguales que se llaman horas. En la parte superior se divide
 el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman minutos. En la parte inferior
 se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman segundos. En la parte
 superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman tercios. En la
 parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman cuartos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman quintos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman sextos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman séptimos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman octavos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman novenos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman decimos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman undécimos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman duodécimos.*

*Para usar el cuadrante se debe tener en cuenta el modo de su uso para las
 operaciones de su arte y de su ciencia. La forma de su cuerpo
 es de un cuadrante que se divide en 90 partes iguales por una línea que
 se llama línea del ecuador. En cada una de las partes se divide el cuadrante
 en 12 partes iguales que se llaman horas. En la parte superior se divide
 el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman minutos. En la parte inferior
 se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman segundos. En la parte
 superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman tercios. En la
 parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman cuartos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman quintos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman sextos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman séptimos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman octavos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman novenos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman decimos.
 En la parte superior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman undécimos.
 En la parte inferior se divide el cuadrante en 12 partes iguales que se llaman duodécimos.*

Páginas de la obra "Quatri Partitu", de Alonso de Chaves, en las que figura un Astrolabio Náutico y un Cuadrante. Real Academia de la Historia. Madrid.



Retrato en litografía, del cosmógrafo Martín Cortés,
según aparece en su obra "Breve compendio de la Sphera y de la Arte
de Navegar 1551".

Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 50.



Esquema de la producción de un eclipse de Luna, demostrativo de la redondez de la tierra, según Martín Cortés (1551), Biblioteca Nacional de Madrid.

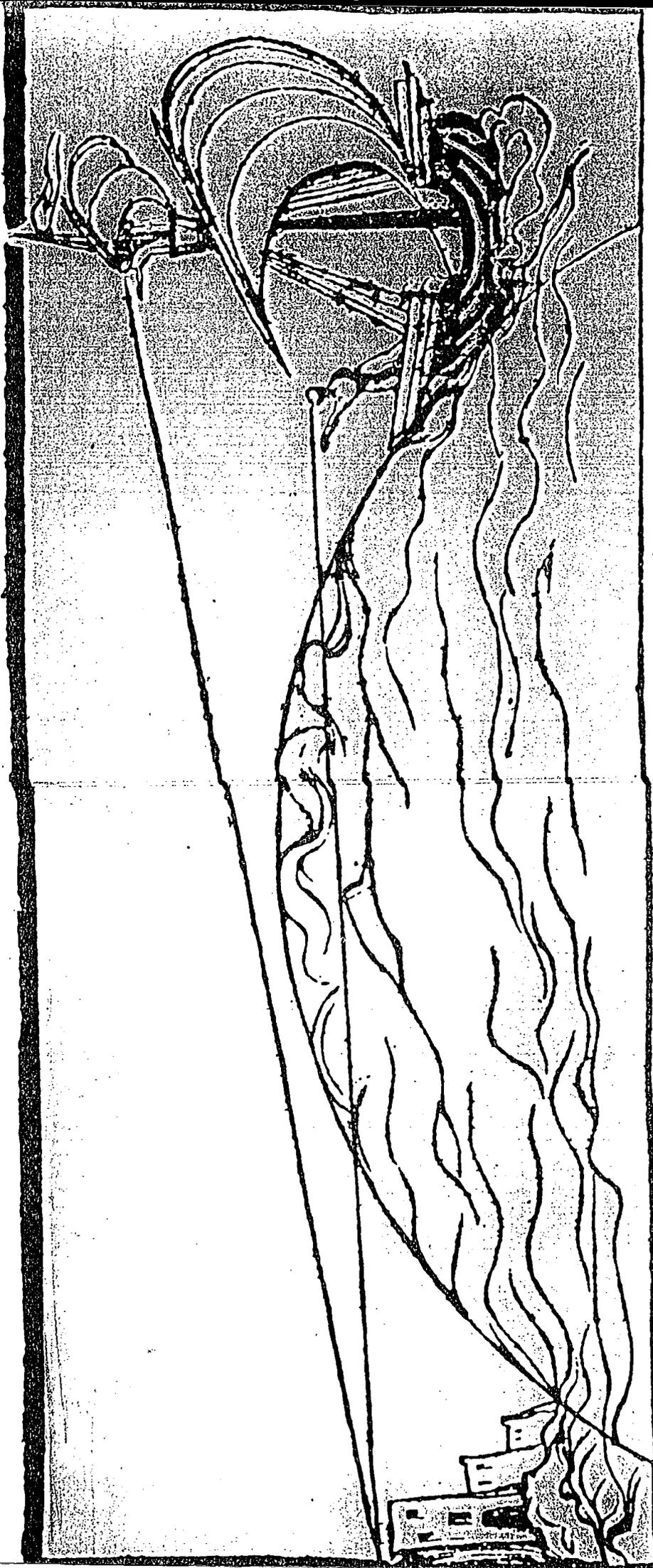
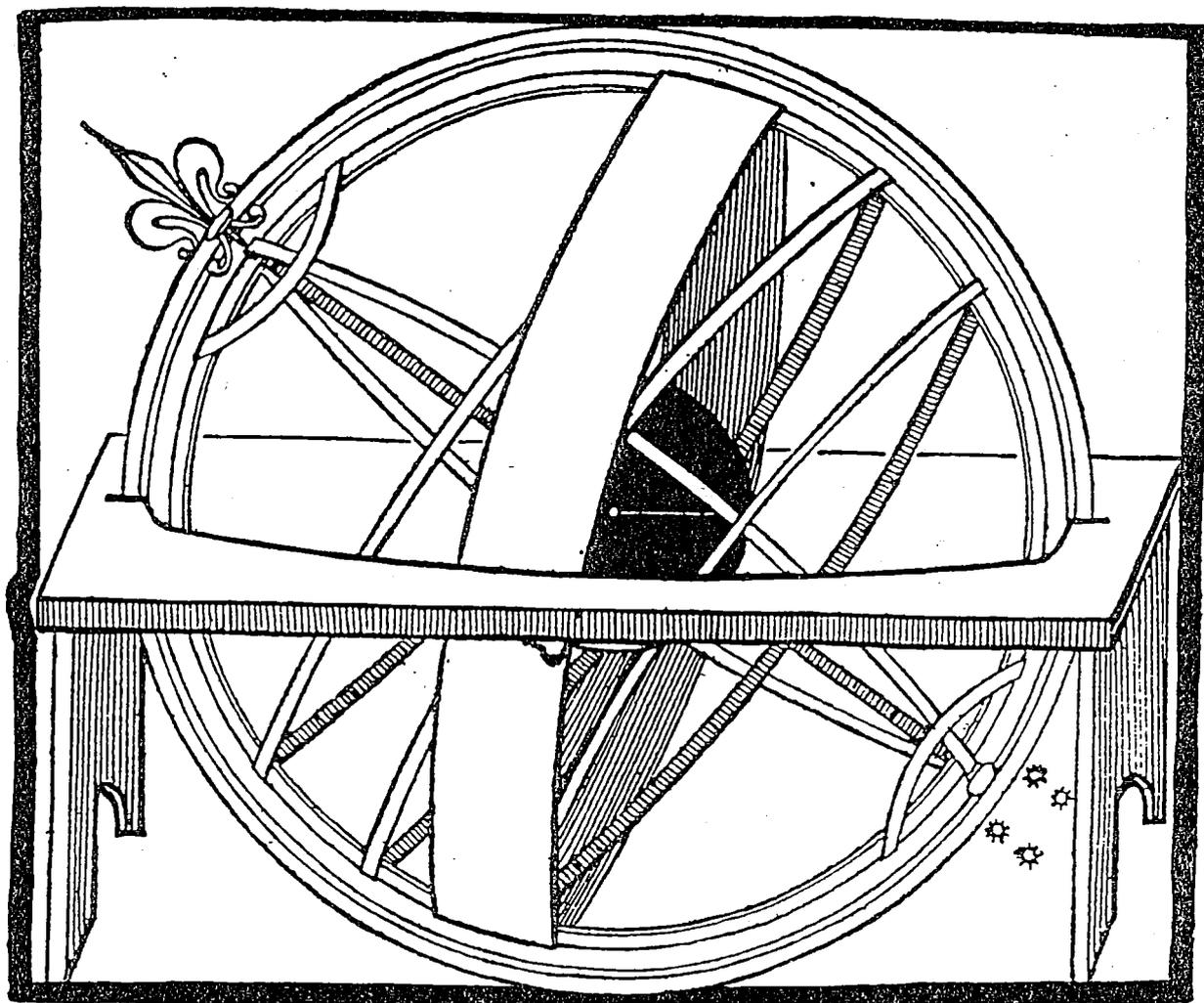


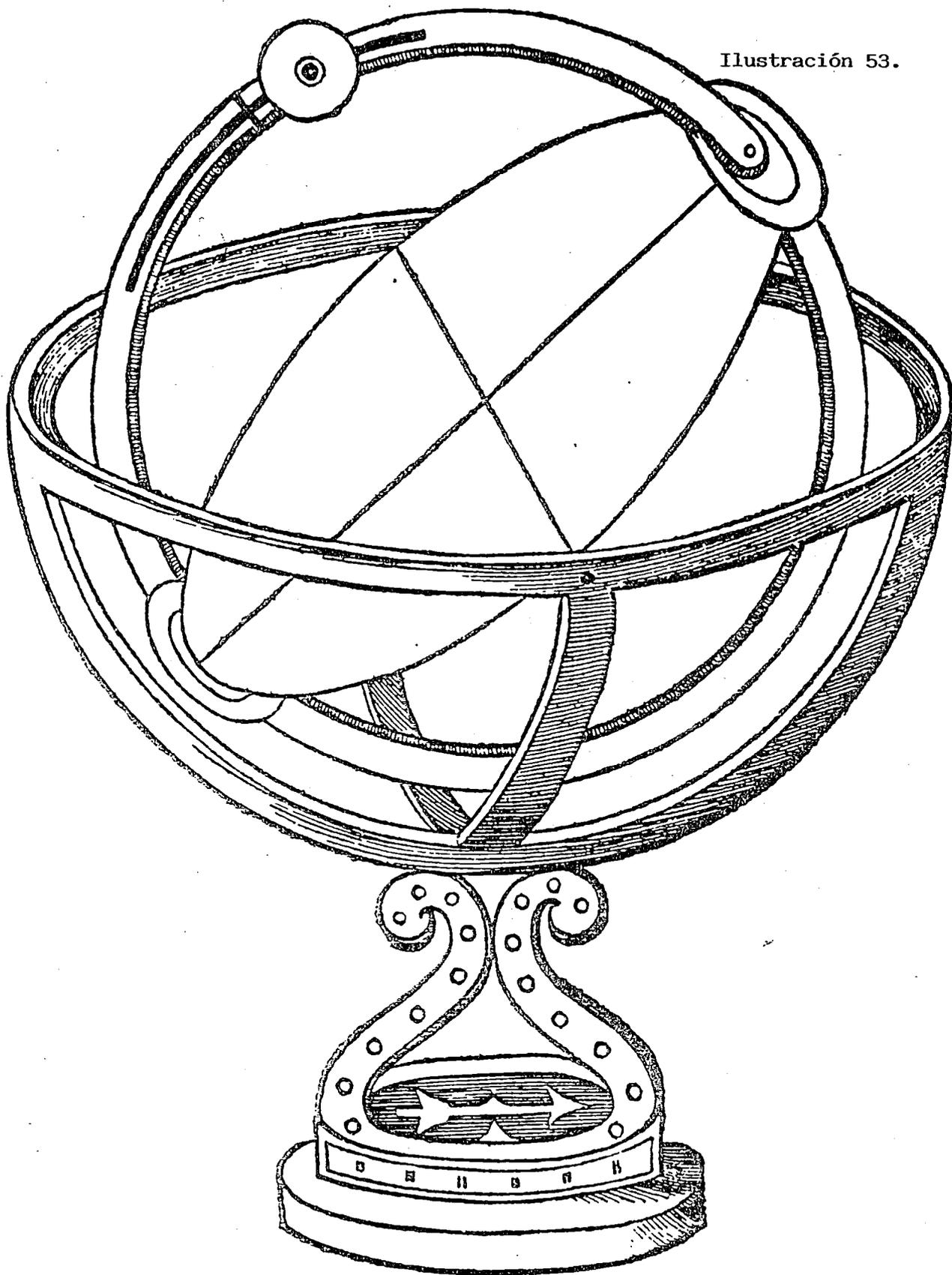
Ilustración 51.

Esquema demostrativo de la redondez de la Tierra, según Martín Cortés (1551).

Ilustración 52.

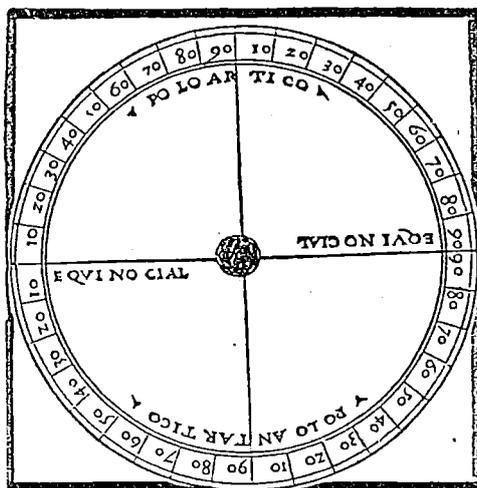


Esfera Armillar Oblicua, según Martín Cortés, (1551), Biblioteca Nacional de Madrid.



Instrumento ideado por Martín Cortés, (1551), para determinar la latitud y la hora local, sin tener que esperar al mediodía.

Ilustración 54.



Circulo equinocial o ecuador terrestre y meridiano, según Martín Cortés, (1551). Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 55.



Retrato anónimo de Pedro de Medina, en el que aparece con un Astrolabio en la mano, y de fondo el puerto de Sevilla. Museo Naval. Madrid.

Ilustración 56.



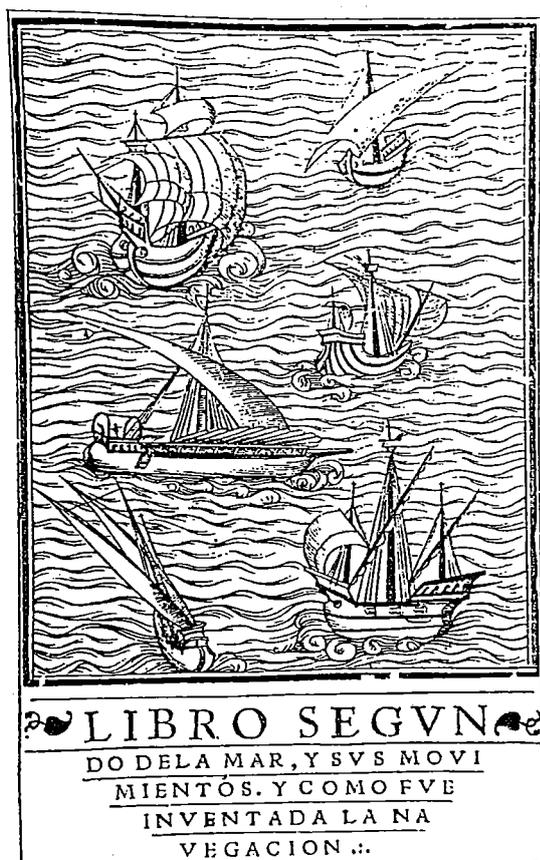
Portada de la primera edición del tratado de náutica de Pedro de Medina, del año 1545.

Ilustración 57.



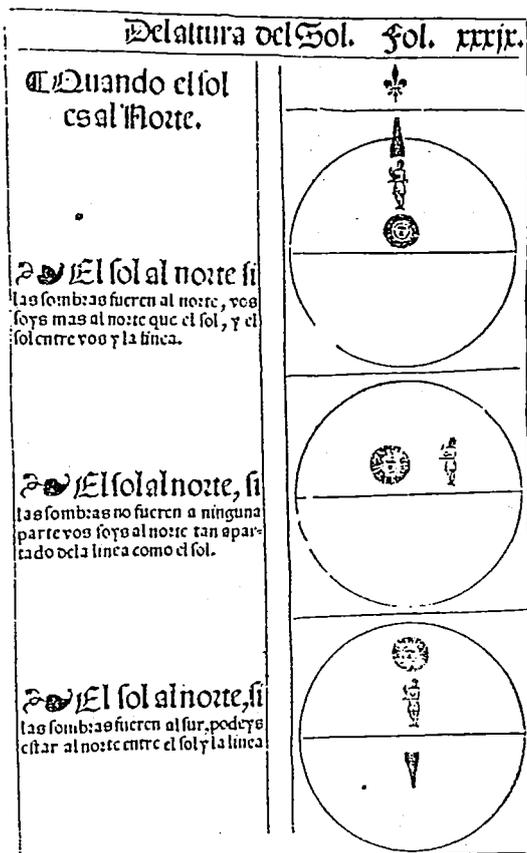
Portadilla del Libro Primero de la obra El Arte de Navegar, de Pedro Medina, en la cual figura el sistema geocéntrico tradicional, según el autor.

Ilustración 58.



Portadilla del Libro Segundo de la obra El Arte de Navegar, de Pedro de Medina, en la que aparecen barcos del tipo atlántico, y una galera mediterránea.

Ilustración 59.



Página de la obra correspondiente al capítulo "Como se han de mirar las sombras que hace el Sol para tomar su altura. El Arte de Navegar, de Pedro de Medina.



Regimíento de nauegació

Contiene las cosas que los pilotos hã
de saber para bien nauegar; y los remedios y auisos que han de
tener para los peligros que nauegando les pueden suceder.

Dirigido a la Real Magestad del Rey don
Philippe nuestro Señor.

Por el Maestre Pedro de medina vezino de Seuilla.

Portada del libro de Pedro de Medina "Regimiento de Navegación".
este ejemplar fue impreso en la Imprenta de Juan Canalla en el año 1552.

Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 61.



Libro segundo de la altura
del Sol.

Pedro Medina, "Regimiento de Navegación", este grabado pertenece al Libro Tercero, el cual trata "Del Altura del Sol".
Colección particular.

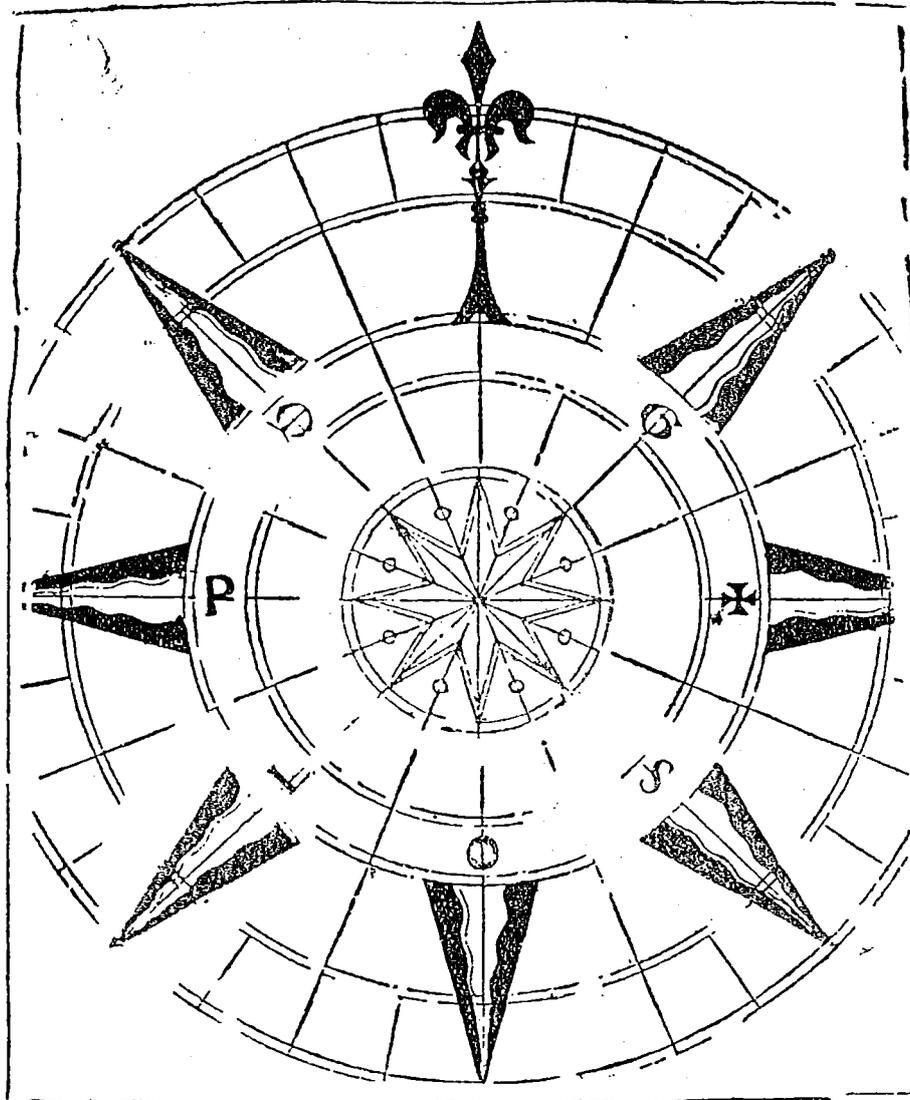
Ilustración 62.



**Libro tercero de la altura
del Norte.**

Pedro Medina, "Regimiento de Navegación", este grabado pertenece al Libro tercero, el cual trata de de la altura a la estrella polar
Biblioteca Nacional de Madrid.

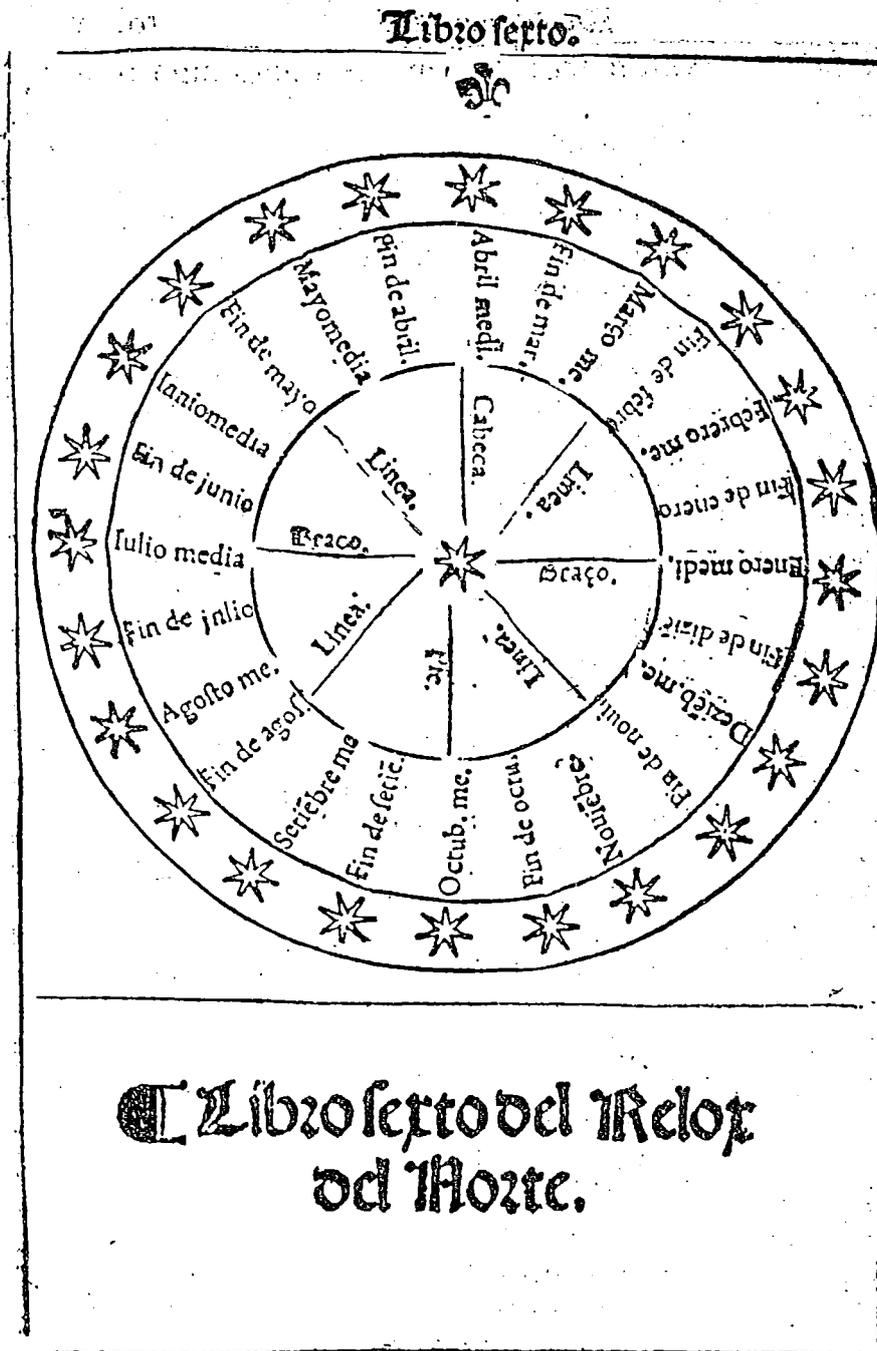
Delas agujas de Marcar. fo. p^{iv}.



Libro quarto delas
Agujas de marcar

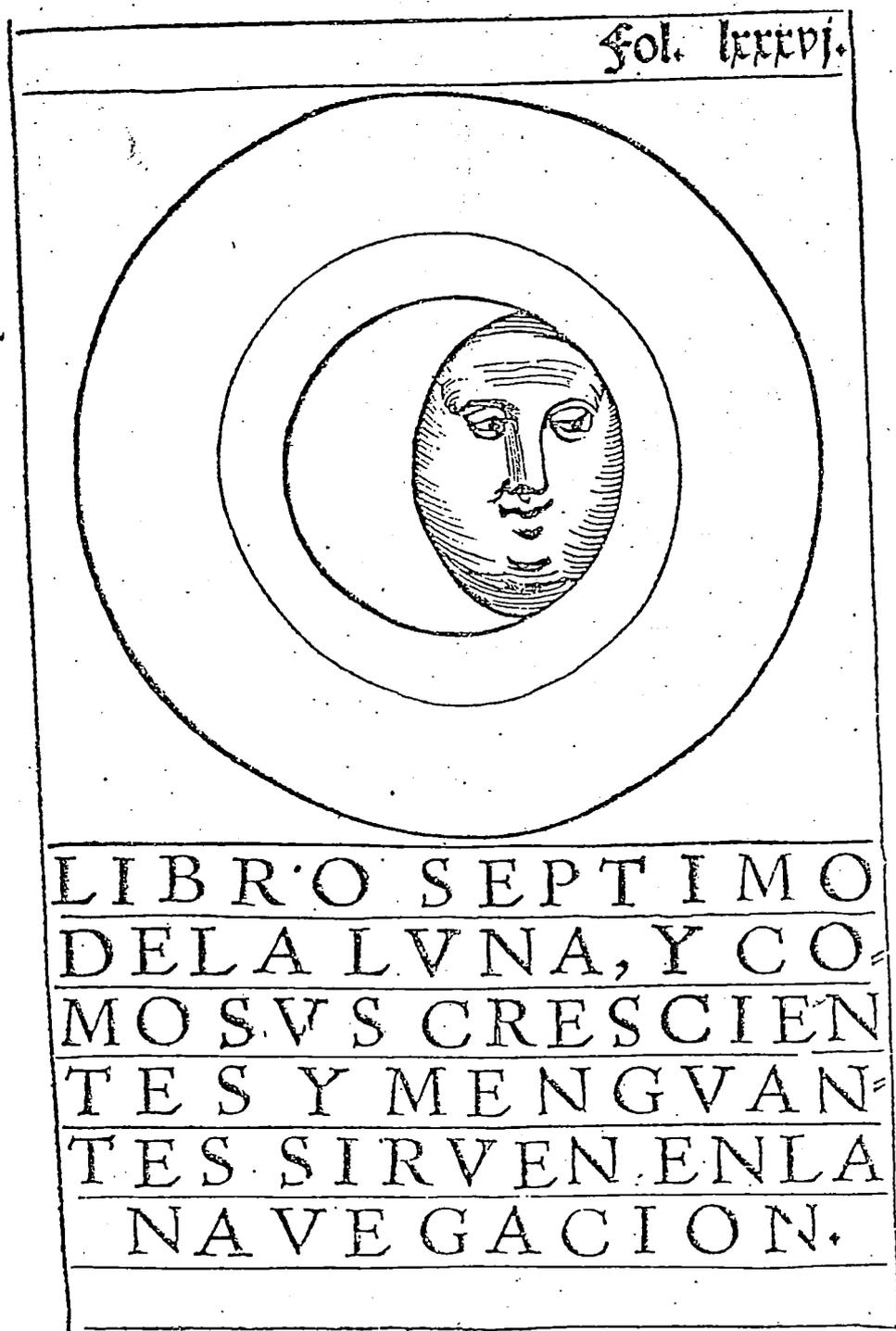
Pedro de Medina, "Regimiento de Navegación", este grabado pertenece al Libro Cuarto, el cual trata "de las Agujas de Marcar".

Colección particular.



Pedro Medina, "Regimiento de Navegación", este grabado pertenece al libro sexto, el cual trata del "Reloj del Norte".

Colección particular.



Portada del "Libro Septimo" del "Regimiento de Navegación", de Pedro de Medina. Este libro trata de "La Luna y como sus crecientes y menguantes sirven en la navegación".

Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 66.



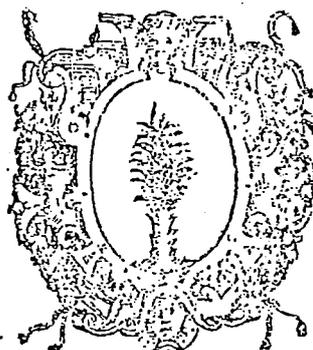
Retrato de Jerónimo de Chaves, que figura en la portada de la obra "Chromographia" de 1588. Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 67.

COMPENDIO Bz
DEL ARTE DE
NAVEGAR.

DEL LICENCIADO RODRIGO
Camorano, Cosmografo, y Piloto mayor
de su Magestad.

*CATEDRÁTICO DE COSMOGRAFIA EN LA
casa de la Contratacion de las Indias.*



CON PRIVILEGIO,

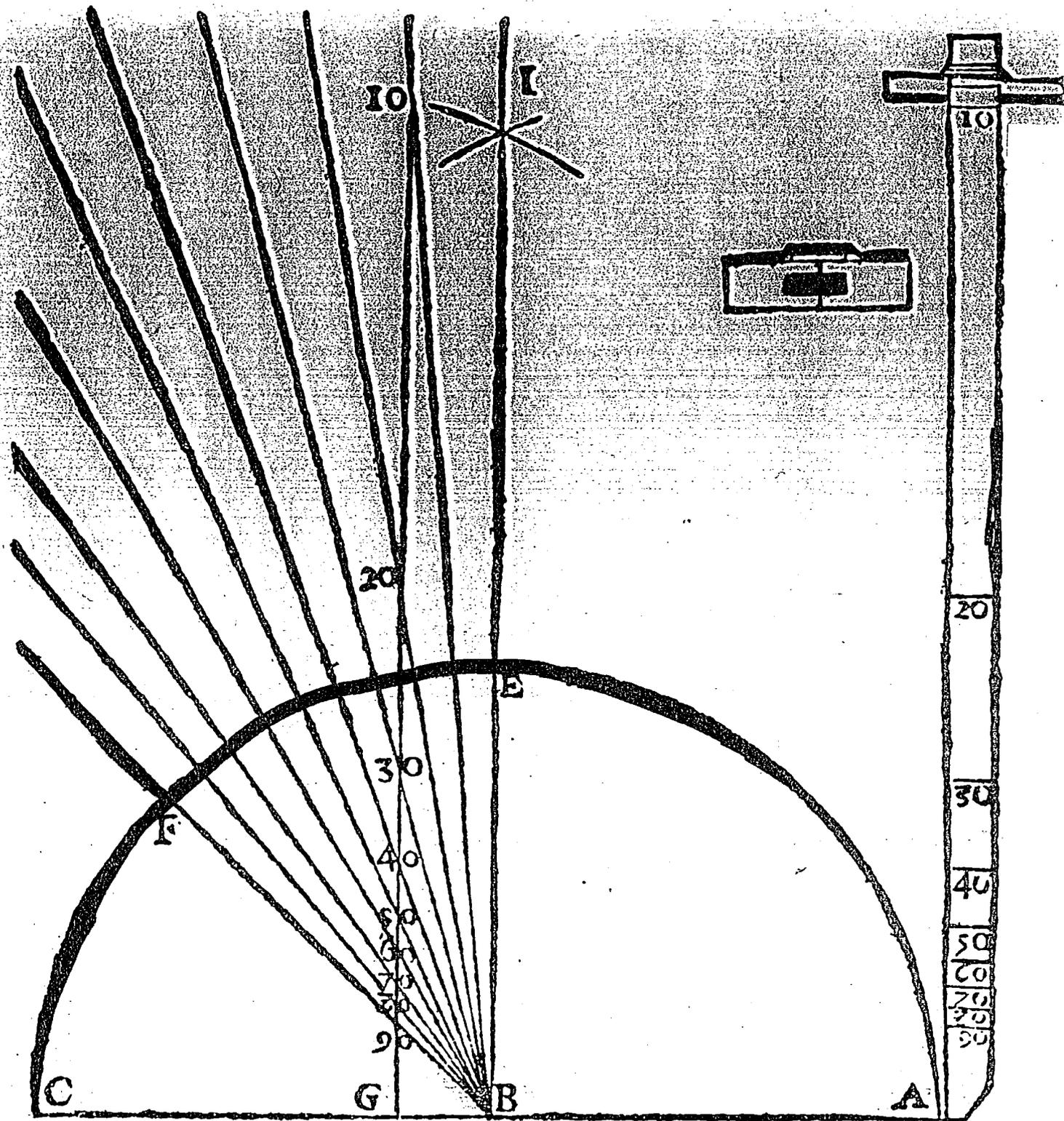
Impresso en Seuilla en casa de Iuan de Leon.

Año 1591.

221

Portada de la obra de Rodrigo Zamorano "Compendio del Arte de Navegación". Impreso en Sevilla en la Casa de Juan de León, en el año 1591.

Biblioteca Nacional de Madrid.



Ballestilla, y Esquema para graduar su vara, según Rodrigo Zamorano (1581).

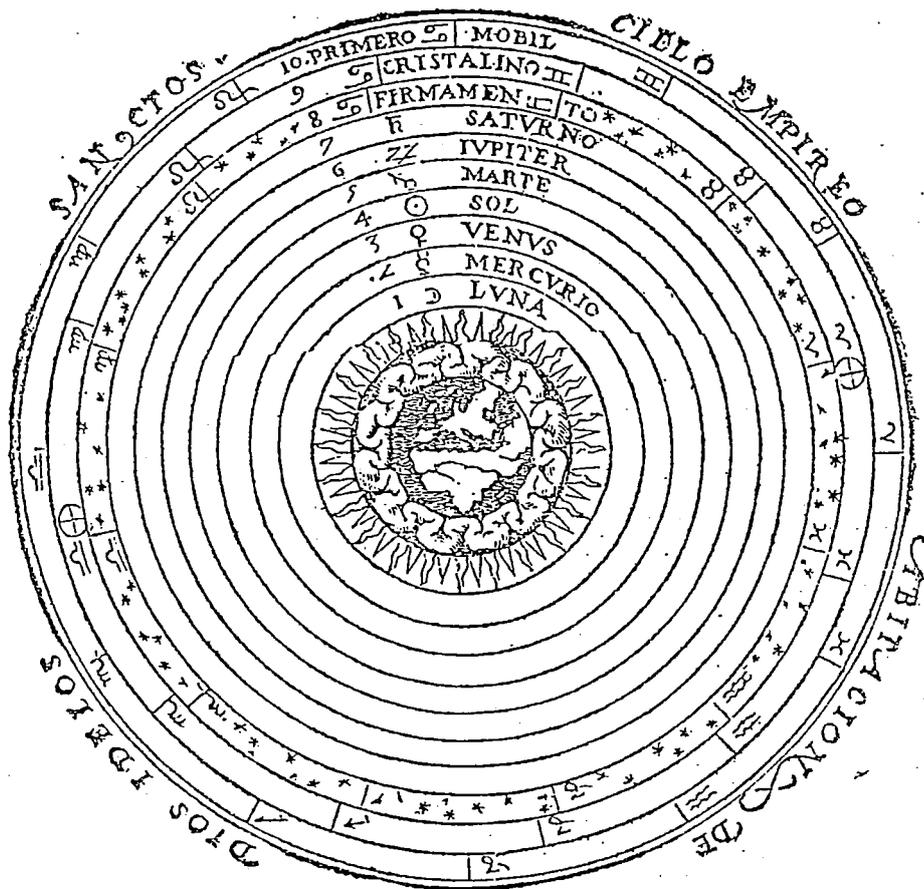
Ilustración 69.



Retrato de Rodrigo Zamorano, el cual figura en su "Manual de Náutica que se publicó en el año 1581.

PRINCIPIOS DE ESFERA.

FIGVRA EN QUE SE VE LA
composicion de toda la Esfera
del mundo.



DEL

"Compendio del Arte de Navegar", de Rodrigo Zamorano,
editado en Sevilla en el año 1591.

Biblioteca Nacional de Madrid.

PRINCIPIOS DE ESFERA.

FIGVRA DE LA AGVIA
de marcar, y del Orizonte, diuidido
en treynta y dos vientos, con
diez y feys Rumbos.



Ilustración de una aguja de marear, según la obra de Rodrigo Zamorano
"Compendio del Arte de Navegar".
Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 72.

R E P O R T O R I O

DE LA RAZON DE LOS
TIEMPOS.

El mas copioso que hasta oi se à visto.

COMPUESTO POR EL
*Licenciado Rodrigo Camorano Cosmografo
de su Magestad.*



DIRIGIDO AL ILVSTRISSIMO
Señor Hernando de Vega Presidente del Con-
sejo Real de las Indias.



Va reduzido a la nueva cuenta del año, con el Lunario hasta
el año 1670. Es obra utilissima a los Medicos, Astro-
logos, Agricultores, Navegantes, e Historiado-
res: y en general para toda la Republica.

CON PRIVILEGIO.

En Sevilla, en la Imprenta de Andrea
Pescioni y Juan de Leon.

1 5 8 5.

Portada de la obra de Rodrigo Zamorano "Cronología".

Biblioteca Nacional. Madrid.

VOCABULARIO

DE LOS NOMBRES QUE

usa la gente de la mar, en todo lo que
pertenece à su arte, por el
orden alfabético.

A.

A Bante, es andar adelante, aunque sea con poco viento.

Abatir, ò gilouentear, es quando la nao yendo à la vela con poco viento à la volina, ò estado de mar en traues, no haze el camino para donde pone la proa, y descae del.

Abordar, es jutarle la nao cò otro nauio pa pelear.

Abraçar, es juntar el racamento al mastil con las troças.

Abitar, es atar la ancla ò cable à vn palo que se llama vita, para que no se suelte.

Abrir alguna agua, es quádo el nauio la haze.

Achicar la bomba, es sacar toda el agua que el nauio tiene.

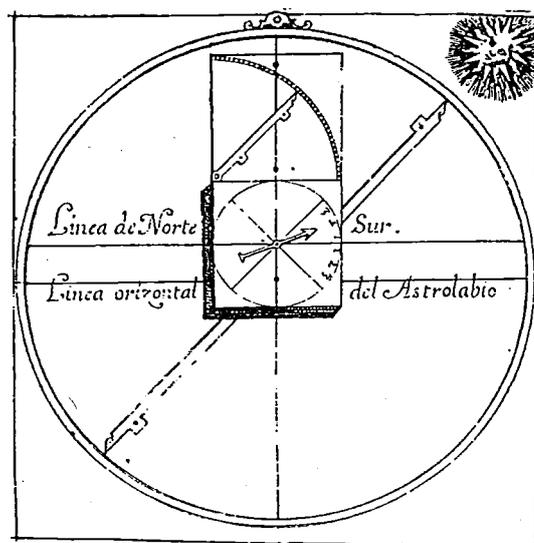
A Dios misericordia, es quando el nauio por tormenta, ò otra desgracia se va anegando.

Adornado, es quando con golpe de mar ò tormé-
ta, se acuesta la nao sobre vna vanda, hasta q̄ con alguna diligencia se enderece.

R

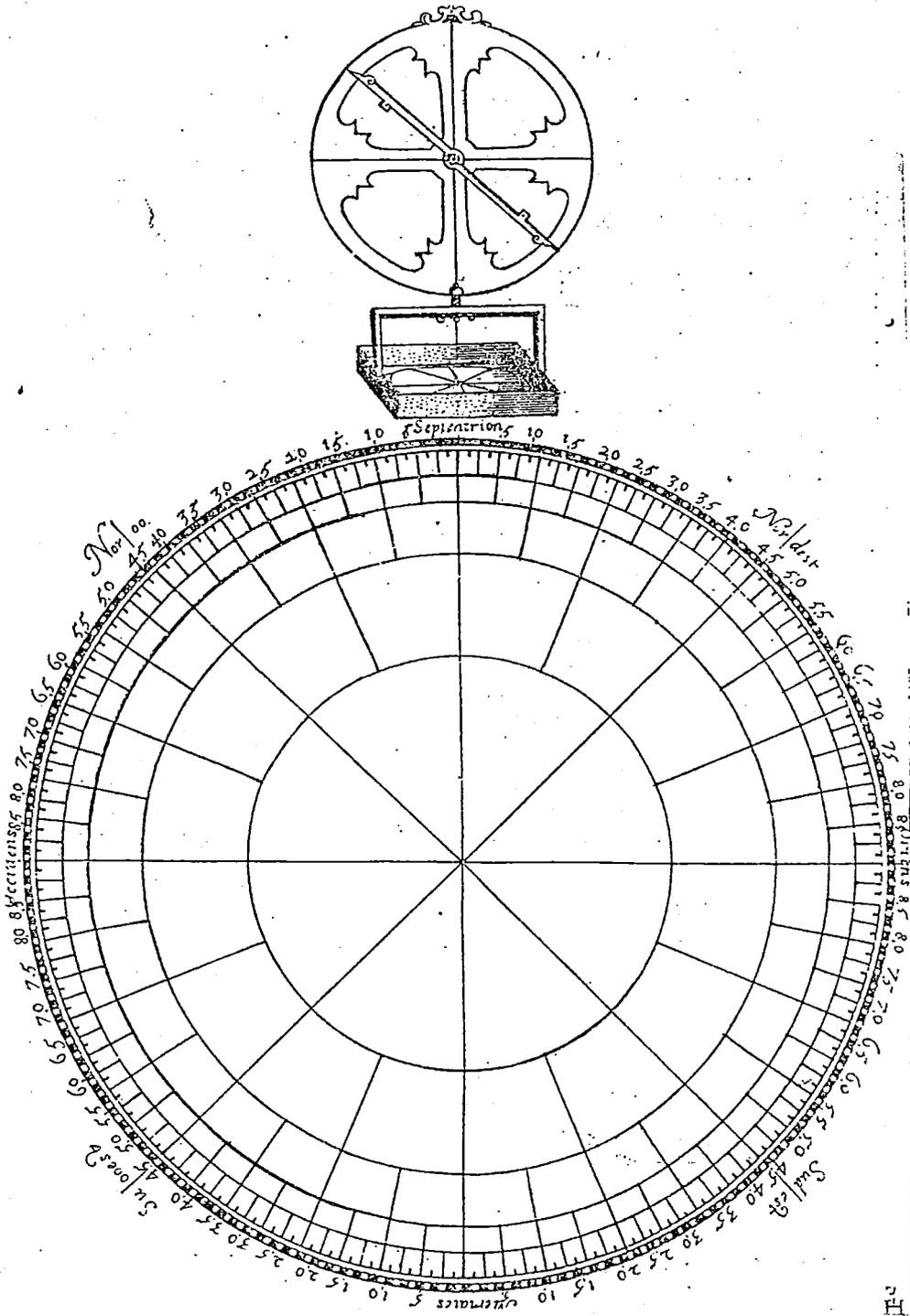
Afer

Ilustración 74.



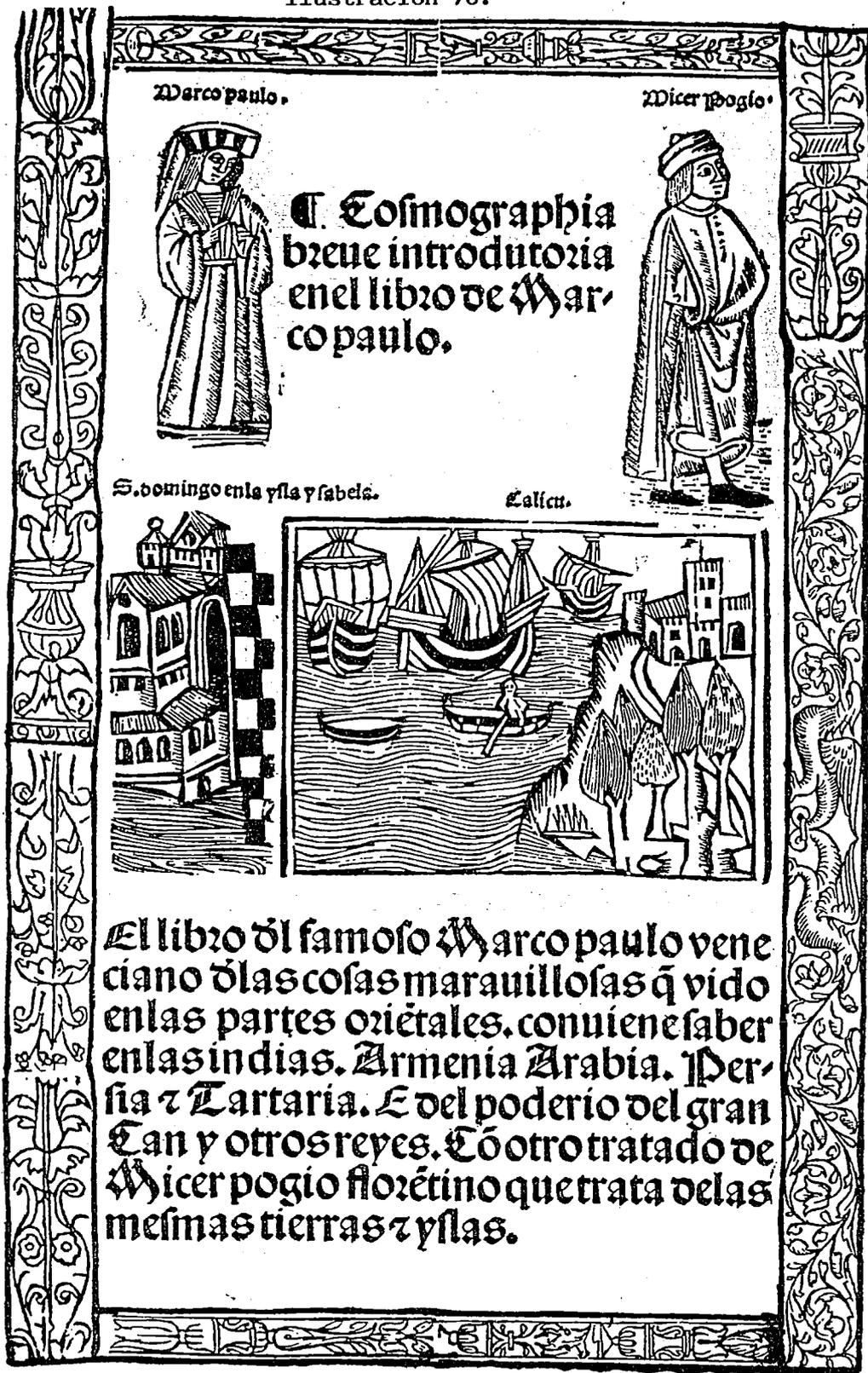
Página de la obra de Adrés de Río Riaño, "Tratado de un instrumento..."(1585). En ella aparece un esquema de uno de los instrumentos que se idearon para resolver la determinación de las longitudes en el mar. Consistía en la unión de una "Aguja de Marear" o brújula, y de un aparato para establecer la altura meridiana. Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 75.

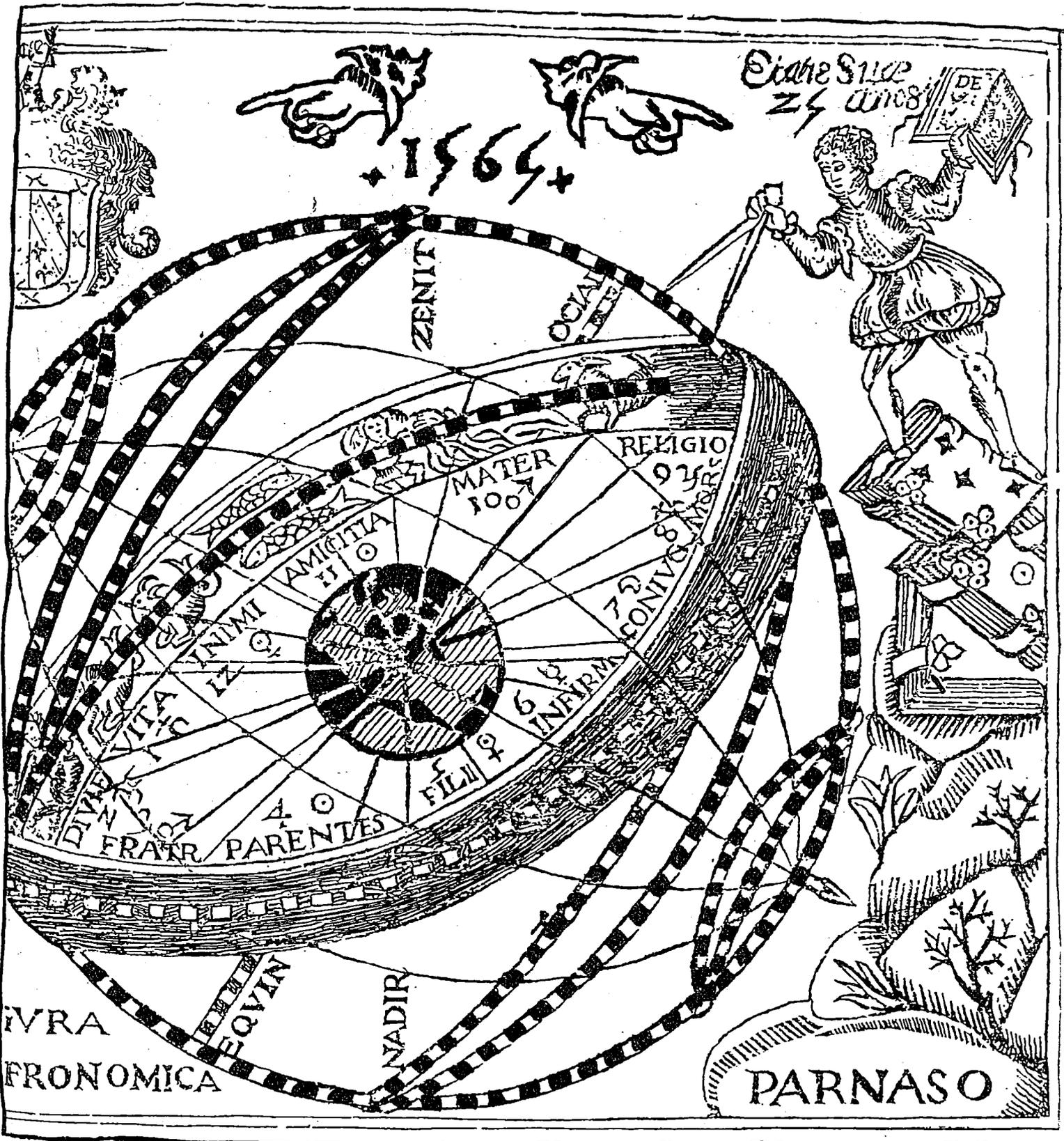


"Tratado de un instrumento por el cual se conocerá la nordes-
teación o noroestación de la Aguja de marear". por Andrés del Río Ria-
ño, según Méndez Bejarano en 1589.

Real Academia de la Historia, Madrid.



Portada de la *Cosmographia*, (año 1518), que Rodrigo Fernandez de Santaella publicó como introducción a su traducción castellana de las obras de Marco Polo y de Francesco Poggi.



Grabado que figura en la obra "Sphera", comentado por Saez de Santayana (1568), el propio autor, el cual tenía 24 años en 1564, toma medidas de la esfera celeste con un compás, basándose en los libros que coronan el Parnaso. Biblioteca Nacional Madrid.

Ilustración 78.



Impreso en Milan el Año de .M.D.LVI.
Con Privilegio, Por .X. Años.

Portada de la obra de Jerónimo Girava (1550), que incluye un resumen de astronomía y otro de geografía. El cosmógrafo aparece en la figura manejando un compás sobre una representación de la esfera terrestre; al pie de ésta hay un reloj de sol portátil y, en la parte derecha del mismo mueble, una "ampolleta" o reloj de arena, y una esfera armillar o modelo de esfera celeste.

35 Carta cosmographica, con los nombres, propiedad, y virtud de los vientos.
 NORNORVESTE. SEPTENTRION O NORTE. NORNORDESTE.



Carta cosmográfica, con los nombres, propiedad y virtud de los vientos de Pedro Apiano, la cual aparece en la obra "La Cosmografía..." corregida y añadida por Gema Frisio. Folios 34 y 35.

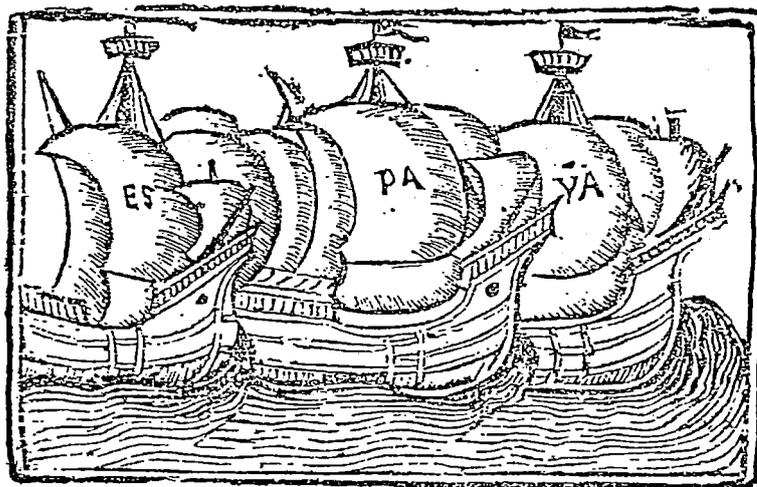
Biblioteca Nacional de Madrid.

ARTE DE LA VERDADERA NA VEGACION

En que se trata de la machina del mundo, es a saber, Cielos, y Elementos: de las mareas, y señales de tēpestadés: del Aguja de marear: del modo de hazer cartas de nauegar: del vso dellas: de la declinaciō y rodeo, que comúnmente hazen los pilotos: del modo verdadero de nauegar por circulo menor: por línea recta sin declinacion ni rodeo: el modo como se toma el camino, y leguas que ha nauegado el piloto, por qualquier rumbo: y vltimamente el saber tomar el altura del Polo.

DIRIGIDA A LA S. C. R. M. DEL REY DON
Phelippe el tercero, señor nuestro.

COMPUESTA POR PEDRO DE SYRIA, NATVRAL
de la ciudad de Valencia, y Letrado en la dicha ciudad.



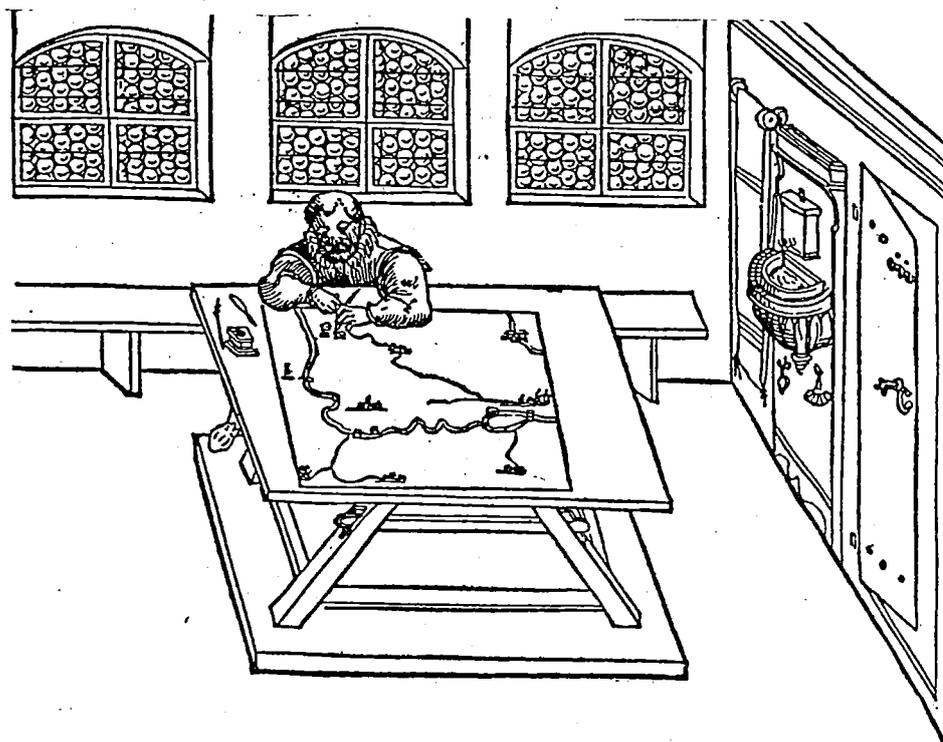
CON PRIVILEGIO REAL.

Impressa en Valencia, en casa de Iuan Chrystomo Garriz, junto
al molino de Rouella: Año 1502.

Portada de la obra "Arte de la verdadera Navegacion". Compuesta por
Pedro de Siria, añ 1502.

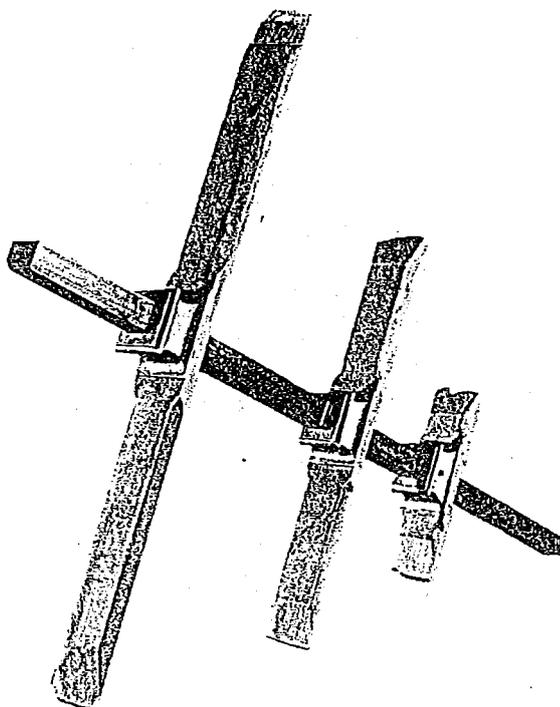
Biblioteca Nacional de Madrid.

Ilustración 81.



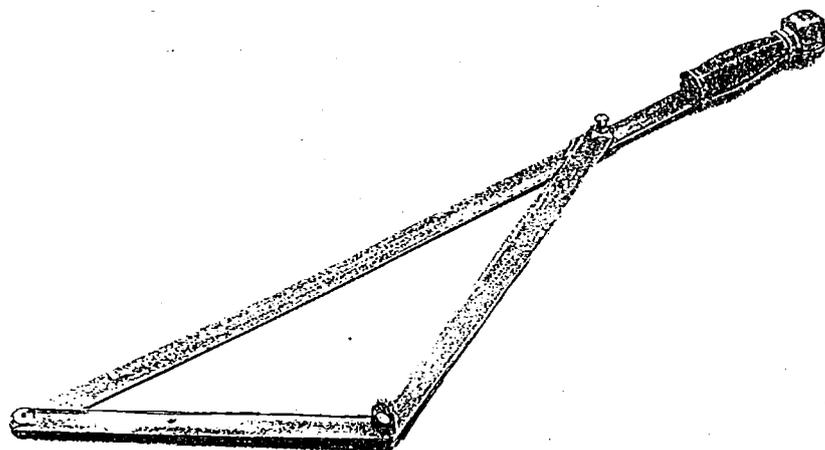
Forma de trabajo de un cartógrafo. Grabado de Paul Pfintzing's. Nürnberg,
1598.

Ilustración 82.



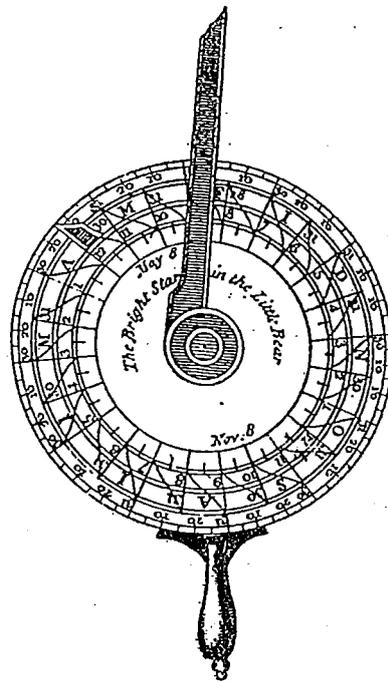
Ballestilla. Museo Naval, Madrid.

Ilustración 83.



Ballestilla Articulada.

Ilustración 84.



Nocturlabio.

CAPITULO XII

FUENTES CONSULTADAS Y BIBLIOGRAFIA

UTILIZADA

FUENTES CONSULTADAS.

- Biblioteca Nacional de Madrid.
- Biblioteca de la Universidad de Cantabria.
- Biblioteca de la Real Sociedad Geográfica,
Madrid.
- Museo Naval de Madrid.
- Museo Marítimo de Barcelona.
- Biblioteca de la Escuela Técnica Superior
de Ingenieros Navales de Madrid.
- Biblioteca de la Caja de Ahorros de
Alicante y Murcia.
- Asesor Cultural de la Embajada de
Inglaterra.
- Asesor Cultural de la Embajada de Francia.
- Asesor Cultural de la Embajada de Grecia.

- Asesor Cultural de la Embajada de la
Italia.

- Comisión Nacional del Quinto Centenario.

- Biblioteca Nacional de París.

- Archivo Histórico Nacional de Madrid.

- Museo Naval Británico.

- Archivo General de Indias, Sevilla.

- Real Academia de la Historia, Madrid.

- Museo Arqueológico Nacional de Madrid.

- Observatorio Astronómico Nacional, Madrid.

- Museo Nacional de la Ciencia y la
Técnica, Madrid.

- Museo Español de Antigüedades, Madrid.

- Biblioteca del Quinto Centenario, Madrid.

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA.

- "Astronomía y Cartografía de los siglos XVI y XVII". Madrid. Biblioteca del Quinto Centenario, 1987.

- "Enciclopedia del Mar y de la Navegación". Cazzaoli, Gianni. Barcelona, Editorial Noguer, 1975.

- "Curso de Astronomía Náutica y Navegación". Fernández Fontecha. Cadiz 1880.

- "Astronomie Populaire". Flammarion, Camile. París, E. Flammarion 1880.

- "Catálogo crítico de los astrolábios existentes en España". García, Franco. Instituto Histórico de la Marina, Burgos 1945.

- "Historia, Ciencia y Arte de Navegar". Instituto Histórico de la Marina, Madrid 1947.

- "Instrumentos náuticos en el Museo Naval". Museo Naval, Madrid 1959.

- "Instrumentos astronómicos en la España Medieval. Su influencia en Europa". Ministerio de Cultura, Madrid, 1985.

- "Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España". López Piñeiro, José María y otros. Editorial Península, Barcelona, 1983.

- "Historia y leyenda de la aguja magnética". Martínez Hidalgo y Terán, José María. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1946.

- "Tratado de Navegación". Mendoza y Ríos, José. Imprenta Real, Madrid, 1787.

- "Mapas del mundo". Roderick Barron. Editorial Lidsa, Madrid, 1989.

- "Cartes Géographiques Anciennes". Kupcík, Iván. Gründ, París, 1980.

- "Antique Maps". Carl Moreland, y David Bannister. Editorial Longman, Londres, 1983.

- "Enciclopedia del Mar". Rivera, Antonio. Editorial Cassó Hermanos, Barcelona, 1959.

- "Historia Marítima del Mundo". Maurice de Brossard. Ediciones Amaika, S.A., Barcelona, 1976.

- "La cartografía". Fernand Joly. Editorial

Ariel, Barcelona, 1979.

- "Regimiento de Navegación". Medina, Pedro.
Instituto de España, Madrid, 1964.

- "Manual de Pesos, Medidas y Monedas del
Mundo". Beigbeder Atienza, Federico. Ediciones Castilla Ma-
drid, 1959.

- "Diccionario de Unidades y Tablas de
Conversión". Vasco Costa y Osvaldo Francés. Editorial Gustavo
Gili, Barcelona, 1962.

- "Vademecun del Topógrafo". H. Wittke.
Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1980

- "Sobre las Revoluciones de los Orbes
Celestes" Copernico, Nicolás. Editorial Nacional, Madrid,
1982.

- "Mapas Antiguos del Mundo" Sanz, Carlos.
Madrid, 1962.

- "El Arte de Navegar". López Piñero, José
María. Labor, Barcelona, 1986.

- "Cartes et Figures de la Terre". Centre
Georges Pompidou. París, 1980.

- "Historia Marítima Militar de España".
Navarrete, Adolfo. Alemana, Madrid, 1907.

- "La Geografía Universal". Malte-Brun.
Española, Madrid, 1853.

- "Enciclopedia El Mar". 10 Tomos. Editorial
Salvat, Pamplona 1975.

- "Los Argonautas". Apolonio de Rodas.
Salvat, Madrid, 1976.

- "Enciclopedia Manual". Montaner y Simón
S.A. Barcelona, 1971.

- "Le Systeme, du Monde". Duhem. París 1967.

- "The Astronomi of Jabir". R.P. Lorch.
Centaurus, 1975.

- "Filosofía Hispano-Musulmana", M. Cruz
Hernández. Gili, Barcelona 1980.