

# LA ASTRONOMÍA EN LA ESPAÑA DEL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XVII

**Mariano Esteban Piñeiro**

*Instituto de Historia Simancas – Grupo de Historia de la Ciencia  
Universidad de Valladolid*

## **Abstract**

The history of science is largely dominated by preconceptions, simple but wrong ideas that are difficult to eradicate. This is particularly true in the case of the Spanish science, whose generally accepted “history” today is far from its ancient reality. A clear example, that is the subject in this paper, is to be found in the development of the Spanish astronomy during the Habsburg epoch, particularly in the acceptance of the new, heliocentric models of the Universe by the Spaniards who lived in the first third of the XVII century. The works of Diego de Zúñiga, Rodrigo Zamorano, Andrés García de Céspedes, Juan Cedillo and Juan Bautista Vélez are examined. The Spanish astronomers were well aware of the works, discoveries and new theories of the most influential contemporary astronomers in Europe.

## **Introducción**

La historia de la ciencia, y en particular la española, está en gran parte dominada por tópicos basados en ideas preconcebidas y sencillas, y por ello muy difíciles de erradicar. Estos tópicos han ayudado a configurar una “historia” generalmente aceptada pero muy alejada de la realidad, y un ejemplo muy claro de lo que afirmamos se puede encontrar en todo lo referente a la astronomía española de la época de los Austrias y en concreto a la aceptación de los nuevos modelos del universo por los españoles que vivieron en el primer tercio del siglo XVII.



Figura 1: *La astronomía*. Laurent de La Hire, 1643. Musée des Beaux-Arts, Orléans

La acogida del Sistema Heliocéntrico por los europeos fue durante más de sesenta años muy minoritaria, pues se consideraba que en esencia no mejoraba el sistema ptolemaico y que además contradecía a los sentidos y se enfrentaba a la concepción aristotélica que impregnaba el cristianismo. En un primer momento tan sólo aparece un defensor, Georg Joachim Rheticus, mientras que en las últimas décadas del siglo XVI se encuentran unos pocos más, como Thomas Digges, Giordano Bruno, Christopher Rothmann o el español Diego de Zúñiga. Lo mismo sucede en las primeras décadas del siglo XVII, en que únicamente pueden citarse a Thomas Harriot en Inglaterra, a Galileo Galilei en Italia, a Simón Stevin en los Países Bajos, a Michael Maestlin y Johannes Kepler en el ámbito germánico y a Juan Cedillo Díaz y Juan Bautista Vélez en España.

La necesidad de la utilización por los astrólogos y por los médicos de tablas con las posiciones de los planetas y de tablas con la “altura” del Sol por los navegantes fue un factor determinante para la difusión de los nuevos sistemas del mundo. Así sucedió con las *Tablas Pruténicas*, publicadas en 1551 por el alemán Erasmus Reinhold, elaboradas según el modelo de Copérnico. Su mayor concordancia en ese tiempo con las observaciones hizo que los astrólogos, cosmógrafos, médicos y navegantes las utilizaran durante más de cuarenta años, pero al finales del siglo XVI fueron abandonándose al ir apreciándose errores cada vez mayores respecto a las mediciones efectuadas. En los comienzos del siglo XVII fueron sustituidas por las *Tablas Rudolfinas*, que aplicaban las leyes de Kepler al movimiento planetario y que mantuvieron su vigencia durante casi un siglo.

Las observaciones de fenómenos astronómicos de distinta naturaleza, como los eclipses solares o sobre todo el de la supernova de 1572, los cometas de 1577, 1582, 1593 y especialmente el de 1604 y los dos de 1618, dieron lugar en Europa a una gran variedad de escritos y publicaciones en los que progresivamente se fue cuestionando el modelo aristotélico del universo.

España, contrariamente a lo que se ha mantenido, participó plenamente de esta actividad, de la cual queda como prueba un alto número de impresos y manuscritos en donde se recogen las mediciones y reflexiones de muchos astrónomos y cosmógrafos españoles de la época sobre los fenómenos que presenciaron.

## La astronomía en las universidades castellanas

Una gran parte de esos astrónomos habían cursado estudios universitarios, la mayoría leyes o medicina al igual que sus contemporáneos europeos, en Salamanca, Valladolid o Alcalá. Muchos habían pertenecido al Colegio salmantino de San Bartolomé y habían acudido a las lecturas de la cátedra de Matemáticas y Astrología de la Facultad de Artes, paso obligado para todos los que desearan obtener grados en medicina. Esta cátedra había sido creada en 1460, al mismo tiempo que otras dos similares en las universidades de Cracovia y Bolonia, y su finalidad era la de facilitar a los médicos conocimientos de astrología, necesarios al entender de la época para el tratamiento de la mayoría de las enfermedades. Esta orientación se mantuvo en Salamanca hasta 1562, momento en que se modificaron sus contenidos dirigiéndolos hacia conocimientos tan necesarios en esos tiempos como la cosmografía y la navegación. El plan de estudios se centra fundamentalmente en la astronomía e incluye en el segundo año la posibilidad de analizar el sistema de Copérnico:

1. *En la Cátedra de Astrología, el primer año se lea en los ocho meses Esphera y Theóricas de planetas, y unas Tablas, en la sustitución, Astrolabio.*
2. *El segundo año, seys libros de Euclides y Arithmética, hasta las raíces cuadradas y cúbicas, y el Almagesto de Ptolomeo, o su Epítome de Monte Regio, o Geber, o Copérnico, al voto de los oyentes; en la sustitución, la Esphera.*
3. *El tercer año, Cosmographía, o Geographía, un introductorio de Iudiciaria y Perspectiva, o un instrumento al voto de los oyentes; en la sustitución lo que pareciere al catedrático comunicado con el Rector.*

Se ha discutido mucho por los historiadores de la ciencia española si realmente el sistema copernicano fue debatido en las aulas salmantinas, ya que ello dependía de que los alumnos lo solicitaran y los “libros de visitas” no recogen con claridad que se hiciera tal petición. Pero basta con examinar la cuantiosa documentación existente en la Biblioteca de la Universidad de Salamanca y en la Biblioteca Nacional para convencerse de que con toda seguridad se discutió el sistema heliocéntrico, aunque no parece por el contenido de esos manuscritos que llegara a aceptarse como realidad sino tan sólo como una ingeniosa hipótesis geométrica que servía para construir tablas más precisas con las posiciones de los seis planetas.

Pero la presencia de Copérnico en Salamanca no ofrece dudas a partir del nuevo Plan de Estudios de 1594, en el que ya aparece como lectura obligatoria el texto copernicano en el segundo cuatrimestre del segundo curso, y que por su interés transcribimos a continuación:

1. *El primer año (en los ocho meses) «la Geometría: los seis libros primeros de Euclides, y la perspectiva del mismo, y la aritmética con las raíces cuadradas, y cúbicas declarando la letra del séptimo, octavo y nono libro de Euclides, y la agrimensura, que es el arte de medir la área de qualquier figura plana.*

*En la sustitución los tres libros de triangulis sfericis de Teodosio.*

2. *El segundo año, sólo la Astronomía, comenzando por el Almagesto de Ptolomeo, y habiendo leído el primer libro, léase el tratado de signis rectis, el de triangulis rectilineis, y sphereis de Christóforo Clavio u otro moderno; después de leído el libro segundo se han de enseñar a hacer las tablas del primer móvil, como son las de las direcciones de Juan de Monte Regio, o de Erasmo Reinoldo. Acabado el libro segundo con sus adherentes, léase la teórica del sol por Puerbachio, y luego todo el libro tercero del Almagesto, y luego el uso de esto por las tablas del Rey Don Alonso.*

*El segundo cuatrienio léase a Nicolás Copérnico, y las tablas Pruténicas en la forma dada, y en el tercer cuatrienio a Ptolomeo.*

*En la sustitución lea la Gnómica, que es el arte de hacer relojes solares.*

3. *El tercer año léase la Geografía de Ptolomeo, y la Cosmografía de Petro Apiano, y arte de hacer mapas, el Astrolabio, el Planisferio de Don Juan de Rojas, el radio Astronómico, el arte de navegar.*



Figura 2: Cielo astronómico de la Biblioteca Antigua de la Universidad de Salamanca. (Detalle)

*En la sustitución el arte militar.*

4. *El cuarto año la esfera y la astrología judiciaria por el cuadripartito de Ptolomeo y Alcabisio corregidos.*

*En la sustitución, teóricas de Planetas.*

Puede extrañar la amplitud y variedad de las materias de esta cátedra que, por otro lado, no dejaba de ser una “cátedra menor” y muy inferior en importancia a las de Derecho, Medicina y Teología. Esta circunstancia determinaba que frecuentemente sus titulares lo eran también de otras de mayor categoría, casi siempre de la Facultad de Medicina. El ejemplo más claro lo constituye el médico Antonio Núñez de Zamora, que ocupó la cátedra de Matemáticas y Astrología desde 1598 hasta 1640 y que compartía con la de Prima de Medicina, más importante y mucho mejor remunerada, y con su trabajo de médico de palacio del Duque de Lerma.

También puede resultar sorprendente para los universitarios actuales que los cuatro cursos en los que se desarrollaba el Programa no se interrumpían ni durante el verano, pues durante esos meses seguían las lecturas: el catedrático buscaba un sustituto, al que entregaba parte de su salario, para

que impartiese las materias reservadas a la “sustitución” mientras él tomaba sus vacaciones estivales.

Podría pensarse que fue la dureza de estos estudios lo que determinó que el número de alumnos, que en torno a 1580 había sido alto, fuera disminuyendo hasta casi desaparecer: en el curso 1604-1605 había seis; trece diez años más tarde y ninguno en 1624-1625. La causa fundamental de esta situación hay que buscarla en factores socio-económicos, que poco tienen que ver con el contenido de las lecturas de esa cátedra. En 1630, de los 11.000 estudiantes matriculados en las tres grandes universidades castellanas –que representa en proporción más del doble que los estudiantes franceses o ingleses en esos mismos años- más de la mitad cursaban las carreras de Leyes, mientras que los matriculados en las cátedras de Matemáticas de Salamanca y Alcalá no llegaban en total a cincuenta y, en contra de otro tópico muy extendido, los que cursaban estudios de filosofía y teología apenas alcanzaban los doscientos cincuenta. La explicación de estas cifras se encuentra en la ley de la oferta y de la demanda: en esa época existía trabajo para más de tres mil letrados en los territorios de la Corona de Castilla y en ocupaciones, vinculadas a la administración civil o eclesiástica, mucho mejor remuneradas y más prestigiadas socialmente que aquellas a las que se podía acceder con estudios centrados en la cosmografía y la astronomía. Y esta situación lo expresó maravillosamente bien Cervantes en *La cueva de Salamanca*.

*“... que si van a estudiar a Salamanca, que a un tris han de venir a ser alcaldes de corte ... y, cuando menos se piensa, el hombre se halla con una vara en la mano o una mitra en la cabeza”.*

Volviendo al tema central de estas páginas, esa presencia incontestable del modelo copernicano en las aulas salmantinas rompe otro tópico fuertemente establecido y muy distante de la realidad: “las universidades españolas habían estado de espaldas a las nuevas teorías astronómicas mientras que en Europa se habían aceptado rápidamente”. En las universidades europeas, tanto en las católicas como en las protestantes, se rechazó frontalmente el copernicanismo durante décadas. Así, por ejemplo, en sus *Elementa doctrinae de circuli caelestis et primo motu* Paucer, profesor de la Universidad de Wittenberg, aconseja en 1551 al Landgrave de Hesse que se prohíba la enseñanza de la doctrina heliocéntrica. Unos años más tarde, las universidades de Zurich, Rostock y Tübingen condenaron explícitamente el heliocentrismo, mientras Maurolico en el prefacio de *Computus ecclesiasticus* publicado en Venecia en 1575 se expresa con esta contundencia:

*“Sea también aniquilado Copérnico, que deja quieto al Sol y hace girar la Tierra como un trompo, y más merece el látigo que una reprimenda”.*

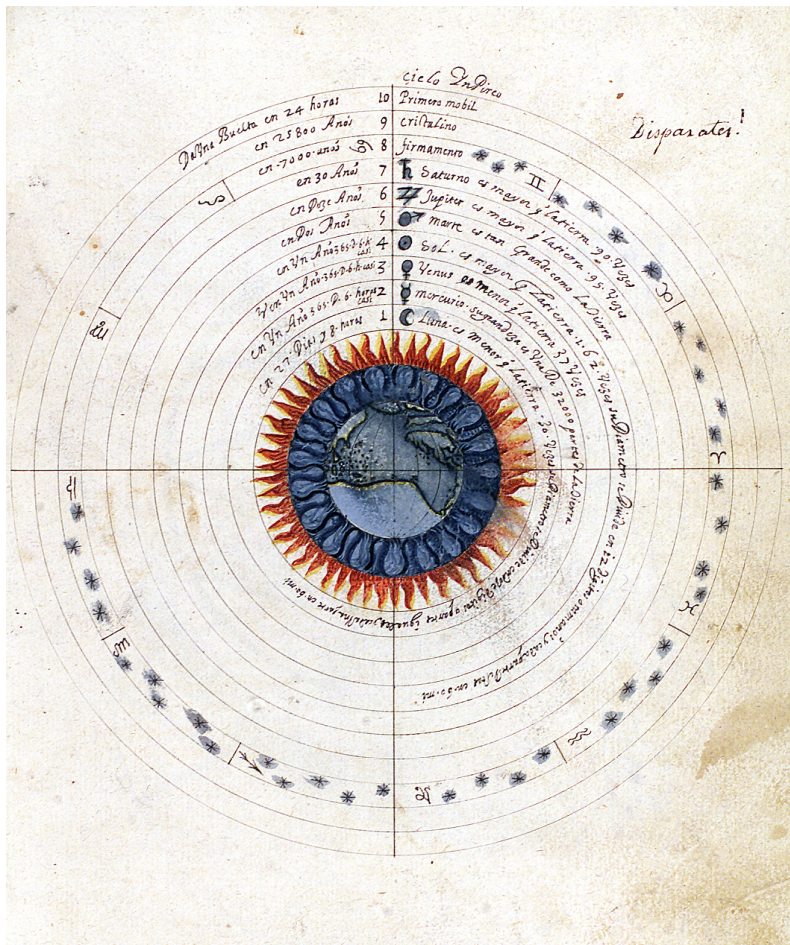


Figura 2: Sistema geocéntrico en *Derrotero* de Mateo Jorge. Ms. 2550. Museo Naval de Madrid

Más dura aún es la posición de La Sorbona en su Informe de 1578 sobre la reforma gregoriana del calendario:

“... se vuelva la Facultad contra aquellos... que revolviendo la Tierra con los cielos sostienen alegremente que todo el orbe de la Tierra se mueve. Tales enseñanzas deben ser extirpadas no menos que los herejes”.

Muy diferente, como hemos visto, fue la actitud de la universidad salmantina, pero también la de las otras dos grandes universidades castellanas,

Valladolid y Alcalá, que aunque no modificaron sus planes de estudio para incluir el copernicanismo, sí hay constancia de que desde diversas cátedras sus titulares analizaron y discutieron sus planteamientos, aceptando en la mayoría de los casos el “modelo geométrico” para el cálculo de las posiciones de los planetas pero rechazando el heliocentrismo como realidad.

Merece mencionar a Jerónimo Muñoz, catedrático de Salamanca de 1578 a 1584, quien en su *Libro del nuevo cometa* se muestra contrario al heliocentrismo pero se revela como un profundo anti-aristotélico cuando afirma “... que en el cielo hay novedades, aumentos y alteraciones ...”, conclusión a la que había llegado tras las observaciones que realizó, al igual que Tycho Brahe, de la nova de 1572, contribuyendo de esta manera a destruir la cosmología tradicional. En una carta, que remite al médico y astrónomo Thadaeus Hagecius, reconoce que tanto Copérnico como Reinhold eran excelentes astrónomos y que él recomendaba vehementemente sus obras a sus alumnos en sus clases. A pesar de ello, confiesa en la misma carta sus reservas sobre la “hipótesis heliocéntrica” añadiendo que la aceptaría si fuera mejor que las de los antiguos. Similar fue el posicionamiento de uno de sus alumnos y más tarde catedrático de Alcalá y Sevilla, Diego Pérez de Mesa, quien en su *Comentarios de Sphera* cita a autores como Copérnico y Cardano y niega, como Muñoz, la existencia y necesidad de las esferas celestes, así como la incorruptibilidad de los cielos. Considera que los cielos son también de aire y no de éter o quintaesencia aristotélica y que los astros “son mixtos como nosotros de purísimas sustancias de los cuatro elementos”. Al movimiento de la Tierra dedica un capítulo entero, si bien sólo discute el movimiento de rotación. Para Pérez de Mesa esta cuestión no puede decidirse en términos de absoluta certeza, sino tan sólo de posibilidad. Por ello admite como “posible” la rotación terrestre aunque él concluye, con no mucha firmeza, que “más posible es que la Tierra esté quieta, que no que tenga movimiento”.

## **Diego de Zúñiga, el “único copernicano” español del siglo XVI**

El caso quizás más conocido, en relación con la recepción en España del sistema heliocéntrico, es el del fraile agustino y catedrático de teología de la Universidad de Osuna Diego de Zúñiga, habitualmente presentado como el único copernicano español del siglo XVI. Ello se debe principalmente por aparecer una obra suya, publicada en 1584 con el título *In Job Comentaría*, junto al *De revolutionibus* de Copérnico entre los textos prohibidos por un decreto eclesiástico de 1616 en el que la Inquisición romana condenaba la teoría heliocéntrica. El de Zúñiga fue expurgado por la interpretación que su autor hacía de un versículo del *Libro de Job*: “Conmueve la Tierra de su lugar y hace temblar sus columnas”. Según el teólogo agustino la teoría de Copérnico, además de explicar mejor que las anteriores el movimiento



de los planetas y otros fenómenos astronómicos, permitía el movimiento de la Tierra posibilitando así interpretar más satisfactoriamente este oscuro pasaje. De esta manera, el movimiento de la Tierra no era incompatible con las Escrituras. A pesar de lo que acabamos de referir no puede mantenerse el que Zúñiga fuese copernicano, pues en una obra posterior aparecida en 1597, *Philosophia prima pars*, al analizar la “constitución de todo el Universo” desde una perspectiva estrictamente física y cosmológica estudia con detenimiento el texto de Copérnico y llega a la conclusión de que el movimiento de la Tierra era imposible “de acuerdo con lo afirmado por Aristóteles y otros astrónomos y filósofos muy expertos”.



Figura 3: Páginas expurgadas en *In Job Commentaria*. Diego de Zúñiga. Biblioteca de Santa Cruz. Valladolid

Este cambio de opinión no puede atribuirse, como se ha hecho por parte de algunos historiadores, a presiones de la Inquisición española. En las últimas décadas del siglo XVI, como se ha visto, se leía abiertamente en las universidades castellanas el *De Revolutionibus* y los ejemplares de esta obra se vendían libremente al no estar incluida en los Índices. Es cierto que en el del Inquisidor Quiroga de 1584 se expurgan las notas de Erasmo Reinhold a las *Theoricæ novæ planetarum* de Puerbach por su defensa de la astrología judiciaria, pero no aparecen en él ni el *De revolutionibus* ni las *Tablas Pruténicas*. Por lo tanto, hasta la condena de Galileo la Inquisición no jugó ningún papel en el rechazo o aceptación de la nueva imagen del

mundo por parte de los filósofos, astrónomos y cosmógrafos españoles, tal como se ha afirmado repetida y erróneamente. Como ha señalado Koyré, el rechazo al nuevo modelo heliocéntrico en el siglo XVI y hasta el proceso de Galileo se basaba fundamentalmente, además de en el contenido de las Sagradas Escrituras, en argumentos físicos suficientemente fuertes y razonables como para que los movimientos de la Tierra apareciesen como inconcebibles y absurdos.

## Los cosmógrafos reales y los nuevos modelos del mundo

Una de las notas más características de la ciencia y de la técnica española durante los Austrias es la existencia de un número relativamente alto de cosmógrafos y matemáticos como titulares de oficios de carácter técnico vinculados a los Reales Consejos de Indias y de Guerra. El pragmatismo que dominaba la actividad de estos “oficiales reales” les llevó a utilizar del copernicanismo aquello que podía ser útil para sus objetivos pero sin entrar a considerar si esta teoría correspondía o no con la realidad.



Figura 4: Rodrigo Zamorano. Museo Naval de Madrid

Como ejemplo, en el último cuarto del siglo XVI los autores españoles de libros de náutica usaron el valor de Copérnico de aproximadamente

$23^{\circ} 28' \frac{1}{2}$  para la declinación máxima del Sol u oblicuidad de la eclíptica, el cual, además y según Copérnico, variaba de año en año. Es el caso de Rodrigo Zamorano, catedrático del Arte de Navegar y Cosmografía y Piloto Mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla, quien en su *Compendio de la arte de navegar* publicado en 1582, y en donde menciona frecuentemente a Copérnico y a Reinhold, utilizó el valor de  $23^{\circ} 28'$  para su tabla de declinación del Sol basándose en las *Ephemerides* de Stadius, elaboradas a partir de las *Tablas Pruténicas*.

El mismo Zamorano, en otra obra titulada *Cronología y Repertorio de la razón de los tiempos*, aparecida en 1585, vuelve a usar en diversas ocasiones datos procedentes de la obra de Copérnico y de las *Tablas Pruténicas*, pero aunque destaca el papel del Sol lo sitúa entre los otros planetas y no en el centro del sistema planetario mostrándose así como un defensor decidido del geocentrismo.

Como la generalidad de los cosmógrafos y astrónomos de su tiempo siente un gran interés por la presencia de los cometas, especialmente desde el punto de vista de sus consecuencias astrológicas, como queda reflejado en su *Discurso sobre el cometa que se vio en el año de 1593*, manuscrito que se encuentra en la Academia de la Historia.

Por el contrario, no es posible encontrar en los textos del más importante de los cosmógrafos españoles de la época, el burgalés García de Céspedes, ninguna afirmación clara sobre su aceptación o rechazo al copernicanismo. En varios de sus trabajos demuestra conocer perfectamente el sistema heliocéntrico, como por ejemplo en el manuscrito *Teóricas que contienen tres partes: en la primera las teóricas según la doctrina de Copérnico; en la segunda se declara, según nuestras observaciones las causas por que van errados los movimientos del Sol, y la Luna, así en Copérnico como en el Rey D. Alonso*, que se conserva en la Biblioteca Nacional. Pero en su *Regimiento de navegación*, publicado en 1606 aunque escrito siete años antes, el Cosmógrafo Mayor de Indias expone las cuestiones generales de la *Esfera* a la manera tradicional, aunque de manera muy sumaria y expeditiva mostrando que no se siente cómodo en estos temas. En varios lugares de la obra insiste en la separación entre las matemáticas y la filosofía y muestra su desinterés por las disputas filosóficas y especulativas, reafirmando la certeza de las ciencias matemáticas:

*“en las cosas físicas, el que quiera porfiar siempre halla un deslizado por donde se huir; por lo cual nos acogeremos a los argumentos matemáticos, en donde han de confirmar la verdad, sin tener réplica alguna”.*

Ese pragmatismo de técnico le inclina más hacia la práctica que hacia las conjeturas. En las numerosas observaciones astronómicas que realiza busca exclusivamente obtener unos datos precisos de la posición del Sol

y de los planetas con los que construir las mejores tablas posibles que sirvan a los navegantes. Es un cosmógrafo que tiene la obligación por su nombramiento de resolver todos los problemas técnicos que la navegación de la época planteaba. No había lugar, ni tiempo, ni motivo para distraerse en conjeturas sobre modelos; como él mismo indica en una de sus cartas, el rey no le paga para hacer filosofía.

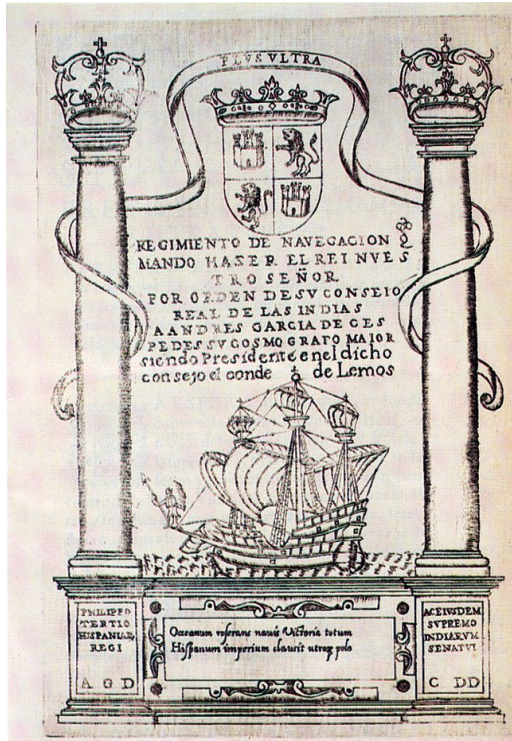


Figura 5: *Regimiento de Navegación*. Andrés García de Céspedes. Madrid, 1606

Y es en ese aspecto práctico en donde radica el gran interés del citado *Regimiento náutico*, pues en él el cosmógrafo burgalés nos da una detallada información de las observaciones astronómicas realizadas en esos años por los españoles indicando los instrumentos, métodos y técnicas utilizados. Uno de los objetivos fundamentales de su trabajo, que recoge con minuciosidad en el texto, fue el de revisar las tablas y regimientos usados habitualmente por los navegantes a la luz de los resultados obtenidos en observaciones propias y de diversos colaboradores

en distintos lugares y de los datos contenidos en textos de Copérnico, Reinhold, Tycho Brahe y otros autores contemporáneos

Entre esas observaciones destacan las hechas con un cuadrante, perfeccionado por él, en Lisboa, Madrid y otras localidades para calcular la máxima oblicuidad de la eclíptica y los parámetros del excéntrico solar. En 1587 obtuvo en Lisboa para la altura real del Sol en el solsticio de verano un valor de  $74^{\circ} 48' 47''$ , lo que supone un error inferior a  $3'$ . Mediante observaciones análogas realizadas en el solsticio de invierno, García de Céspedes calculó  $23^{\circ} 28' 5''$  para la máxima declinación del sol.

Además, se facilita en el texto una preciosa información sobre otras observaciones astronómicas realizadas por diferentes personajes, que colaboraban con él, en distintas lugares. Así, por ejemplo, tenemos noticia de la efectuada en Valladolid por dos catedráticos de su universidad: Bartolomé de la Gasca, utilizando un gnomon de 120 pies de alto, y el capellán del rey y futuro obispo de Valladolid José Sobrino, quien empleó un cuadrante similar al de Céspedes. Ambos obtienen valores coincidentes con los hallados por el Cosmógrafo Mayor para las máximas declinaciones del Sol.

Con las mediciones y cálculos efectuados por él y sus colaboradores construyó una tabla de la longitud del Sol para todos los días de 1584, acompañada de una tabla de correcciones para años sucesivos y de una tabla de declinaciones solares calculada para el período 1601-1604. Las diferencias entre los valores deducidos por García de Céspedes y los calculados actualmente son siempre inferiores a  $2'$ . Estos resultados muestran que estos astrónomos españoles eran observadores realmente buenos aunque sin llegar a la altura de Tycho Brahe, el mejor de todos en aquella época, quien bajó de un error medio superior a  $10'$  en tiempos de Copérnico a un error inferior a un minuto. Así, el error medio del cuadrante mural de Tycho Brahe, graduado con la técnica de las transversales, era de  $34,6''$  y el cuadrante portátil de  $40,1''$ . El cuadrante empleado por García de Céspedes llevaba una graduación en grados y minutos, tenía de semidiámetro 7 palmos de vara, es decir de 1,47 m, y estaba firmemente sujeto en una columna.

Además de las limitaciones de los instrumentos, inferiores en calidad a los de Tycho Brahe, García de Céspedes no consideró en sus cálculos a la refracción, pues en este aspecto seguía a Christoph Rothman –quien afirmaba que no había ninguna discontinuidad entre la atmósfera terrestre y el aire cósmico, y que, por lo tanto no había refracción atmosférica, salvo cerca del horizonte– y censuraba a Antonio Magini y a Tycho Brahe por tener un planteamiento contrario. Céspedes consideraba que la refracción, en caso de existir, estaría causada por los vapores diseminados por la atmósfera, presentes en cualquier parte; por lo tanto, era prácticamente imposible calcular el efecto de la refracción aunque existiera.

Un posicionamiento más claro respecto a los nuevos modelos del universo fue el expresado por el doctor Juan Cedillo Díaz, sucesor de



copernicano podía desencadenar. Esta suposición se refuerza cuando se lee la introducción que encabeza el trabajo:

*“Bien sabia yo .N. quando determinava sacar a luz los trabajos de mis estudios que me avían de reprehender muchas partes de los hombres doctos por ser yo unos de los que parecen traer mayores novedades al mundo que ninguna hasta nuestros tiempos a traydo...”*

Según estas palabras parece que ya había sufrido algunas críticas por la labor que estaba realizando, y posiblemente por ello y por los acontecimientos que habían ocurrido en Italia esos mismos años con Galileo desistiera de editar su trabajo y cesara en la traducción sin completarla.

En esta misma introducción Cedillo presenta algunas ideas cosmológicas no coincidentes totalmente con las de Copérnico, pues aunque sitúa al Sol en el centro del cosmos dice que los planetas se mueven por el aire cósmico como peces por el agua, tal y como había afirmado Jerónimo Muñoz treinta años antes. También afirma que las excéntricas no son orbes, sino círculos movidos por inteligencias situadas en su centro y, similarmente, los epiciclos también serían círculos movidos por inteligencias ubicadas en el planeta. Aunque en el sistema copernicano no hay retrogradaciones, curiosamente Cedillo las menciona, junto a las direcciones y apariencias de los planetas, para indicar que todas ellas pueden ser igualmente explicadas si se eliminan los orbes. Puede esto indicar que quizás el cosmógrafo real habría rechazado las esferas tiempo antes de inclinarse por el heliocentrismo, como habían hecho con anterioridad Muñoz, Pérez de Mesa y otros autores que, sin embargo, no aceptaron el movimiento de la Tierra.

Aunque no llegara Cedillo a publicar su versión castellana de la obra de Copérnico sí es muy probable que defendiera públicamente el nuevo modelo en las lecturas de su cátedra madrileña. Esta hipótesis está sustentada en que, por un lado, el manuscrito con la traducción inacabada se encuentra en el mismo cuaderno en el que se recogen otras obras sobre materias que también impartía en la Academia. Por otro, está su traducción del *Flujo y refluj*o de Galileo, que sí utilizó en sus clases y que, como se sabe, explica las mareas como un efecto del movimiento de la Tierra. Más aún, algunos de sus alumnos tiempo después se mostraron, a pesar de las circunstancias difíciles de los años veinte a cuarenta del siglo XVII, muy críticos con la imagen del universo basada en los planteamientos aristotélicos, inclinándose prudentemente hacia el modelo geocéntrico de Tycho Brahe, cuyas obras circularon por la España de finales del siglo XVI y primeros años del XVII, aunque sin rechazar del todo el modelo heliocéntrico.

Pero casi en esos mismos años en que Cedillo está preparando la traducción del *De Revolutionibus*, posiblemente desde 1612 ó 1613, muy

cerca de donde trabaja, en el propio Alcázar Real, el Cosmógrafo Mayor de Portugal y Maestro de Matemáticas del futuro Felipe IV, Juan Bautista Labaña, elabora un precioso manuscrito de Geografía y Cosmografía para su egregio alumno, en el que se sigue rigurosamente el modelo geocéntrico. Casi sesenta años antes, el abuelo del príncipe y futuro Felipe II tuvo que estudiar con tan sólo diecisiete años el tratado de Copérnico, por orden del Emperador y bajo la tutela de su preceptor el obispo de Cartagena Juan Martínez Silíceo.



Figura 7: *Geografía*. Juan Bautista Labaña. B.N., Ms. 9251

Los manuscritos de Cedillo y de algunos de sus alumnos son una fuente esencial para conocer la actividad astronómica realizada en la corte madrileña durante el reinado de Felipe III. Son particularmente interesantes las páginas en donde se describen las observaciones realizadas con ocasión del cometa de 1618. Este fenómeno, que dio lugar a una célebre polémica entre Galileo y Gras y de la que surgiría *Il Saggiatore*, fue seguido con atención en España por diversos autores. Cerca de una veintena de impresos y un número mayor de manuscritos se conservan conteniendo los resultados de las observaciones realizadas o analizando, la mayoría de ellos, sus consecuencias y efectos astrológicos sobre España y sobre el mundo.



Los cometas y novas contemplados en años anteriores también habían generado gran expectación y habían dado lugar a numerosos trabajos analizando los fenómenos, aunque casi siempre desde un posicionamiento casi exclusivamente astrológico. Posiblemente, el de más altura científica de todos es el debido al catedrático de Salamanca Núñez Zamora sobre la nova de 1604, que trata como un cometa al igual que sus contemporáneos europeos, y en donde cita con frecuencia a Copérnico. Consideraba además, siguiendo a Jerónimo Muñoz y al catedrático alemán Clavio, que los cometas se engendraban en el cielo y que, por tanto, los cielos son corruptibles.

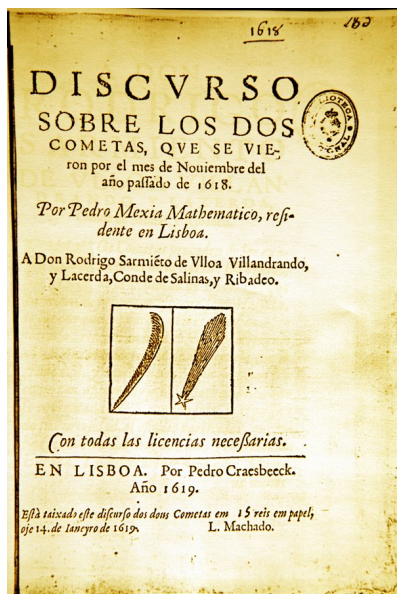


Figura 8: *Discurso sobre los dos Cometas*. Pedro de Mexia. BN., Ms-2349

La presencia del cometa de 1618 había suscitado un gran interés y curiosidad en la Corte, como nos cuentan algunos de los que le observaron junto a Cedillo. Aunque había aparecido días antes, por estar nublado en Madrid no pudo contemplarse con detalle hasta el 1 de diciembre. Esa noche, ya muy avanzada, salió posiblemente hacia la parte alta de la villa, en las proximidades de Atocha, una numerosa comitiva encabezada por el doctor Juan Cedillo Díaz e integrada por muchos de sus alumnos de la Academia Real Matemática. Allí estaban nobles, como el Conde de Cocentaina o el Marqués de Mirabel, cortesanos como D. Francisco

Velásquez, D. Francisco Garnica y su joven hijo del mismo nombre o el Licenciado Montenegro, letrados como el Dr. Juan Bautista Vélez, el Procurador Argüello o el Dr. Silveira y militares, como el Capitán Martín, junto a muchos otros cuyos nombres no se citan. El nutrido grupo, por motivos que se desconocen, iba escoltado por frailes dominicos de la villa. Tuvieron que esperar aguantando el frío de la noche invernal hasta las cuatro y quince minutos, en que según relata el Dr. Silveira el cometa:

*“apuntó por el horizonte ..., con un rayo casi piramidal de color de ceniza muy dilatado y en el remate se descubrió una estrella grande al parecer mayor que la venus, en cuyo centro ardía un fuego amortiguado, y en el ámbito de la llama una materia más clara a manera del cerco que hace a luna con los vapores de la tierra”.*

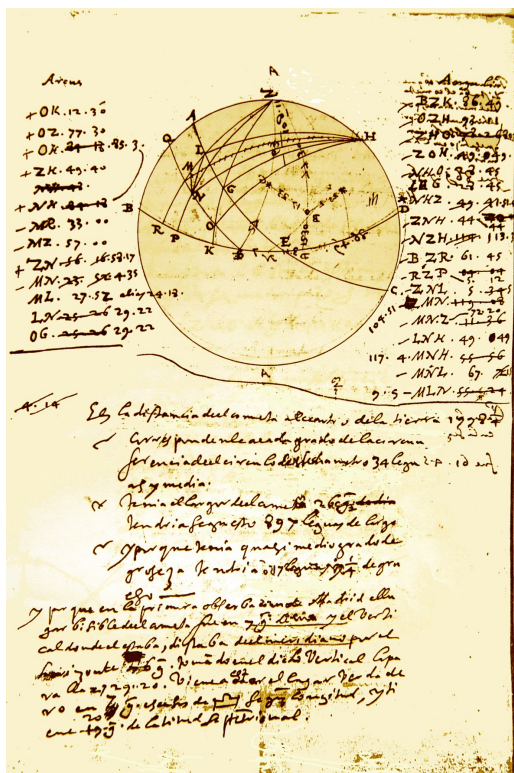


Figura 9: Anotaciones de Cedillo con mediciones del cometa de 1618. BN., Ms 9092

Durante unas horas realizaron diferentes medidas utilizando un radio astronómico del que no se facilita ningún dato. La experiencia debió resultar tan dura que tres días después sólo cuatro de sus alumnos acompañaron al Dr. Cedillo a una nueva observación; y el día 11 el Cosmógrafo Mayor sólo tuvo un ayudante, el capitán Martín, a pesar de que no se salió al campo sino que se observó desde la propia casa del catedrático. En esas mediciones determinó las distancias del cometa a varias estrellas y calculó la paralaje del cometa.

En el manuscrito del Dr. Silveira, en el que relata las observaciones con cierto detenimiento, se ofrecen detalles tan interesantes sobre los métodos utilizados en las mediciones que estimamos oportuno incluir aquí la reproducción de una parte sustancial del mismo.

*... Cuanto es la naturaleza más lustrosa variando por sus naturales cursos, tanto es más déforme y admirable cuando varía con exceso; tal es en ella la producción e los portentos y prodigios con que oscurece la hermosura de sus obras; trae horror, y confusión a los hombres por el extremo de novedad desusada que ven en ellas; el mayor es de cuantos aborta la región del aire el cometa, señal siempre infeliz a las acciones humanas. Verá V. Mag. Recopiladas de diversos autores estas impresiones de aire, en Cardano de verum varietate, donde escribe que algunas veces se ha visto arder todo el cielo, otras caer fuegos en forma de astas, alfanjes, escudos, leones, serpientes; otras aparecen tres soles, tres lunas, caen globos de fuego del cielo cuyos prodigios fueron siempre infelices anuncios de grandes calamidades y tristes sucesos como por tantas historias se prueba haber sucedido siempre que se han visto estas señales, por lo cual debemos señor no despreciar los avisos que la naturaleza con providencia piadosa nos envía, no para que sirvan de materia a la curiosidad sino de prevención a las vidas, causando temor y confianza juntamente, pues son amenazas y avisos no menos que del cielo, y pues que pertenece a V. Mag. no sólo como cabeza sino como alma del cuerpo de las repúblicas prevenir y mirar su conservación y aumento y así como su vasallo interesado y obediente en servirle, advertir lo que a mi juicio conviene que se pondere, diré lo que siento fundado en la mejor conjetura que pueda, cuyos sucesos futuros dice Aristóteles que es felicidad alcanzarlos porque como son contingentes puedan los hombres divertirlos con prudencia y acuerdo, rogando a la causa que los envía evite los males que amenazan al género humano.*

*... Observamos señor este cometa con el Doctor Cedillo, nuestro maestro, el primero día de deziembre, que por no descubrirse el cielo no habíamos podido antes, apuntó por el horizonte a la cuatro horas y quince minutos de la mañana, con un rayo casi piramidal de color de ceniza muy dilatado y en el remate se descubrió una estrella grande al parecer mayor*

*que la venus, en cuyo centro ardía un fuego amortiguado, y en el ámbito de la llama una materia más clara a manera del cerco que hace a luna con los vapores de la tierra, después de bien descubierta formamos un triángulo esférico con la mayor estrella de la Arturo y la espica de la Sístrea y el cometa, y observándola con un radio astronómico hallamos que distaba el*

- *Arturo de la espica virginia 33 grados 17 mi.*
- *Del cometa a la espica, 23 grad. 17 m. 30 segundos*
- *De cometa al Arturo 25 grad. 26 mi*
- *Estaba levantado el cometa sobre el horizonte 8 grad. 30 mi.*
- *El Arturo sobre el horizonte 33 grad. 30 mi.*
- *La espica virginis sobre el horizonte 22 grad.*
- *Y según esta altura eran los cinco horas 26 mi. De la mañana.*

*2ª Observación en el mismo día*

- *Del Arturo al cometa 25 grados 22 mi. 30 segundos*
- *De la espica al Cometa 23 gra. 23 mi.*
- *Estaba el cometa elevado sobre el horizonte 24 grados*
- *La espica sobre el horizonte 23:20*
- *Eran según esta observación las seis horas 40 minutos.*

*Volvimos a los cuatro días del mes de diciembre a observarla en el lugar de San Martín y fue la primera observación*

- *Del Arturo al cometa 17 grados 23 mi.*
- *Del cometa a la espica virginia 25 grad. 2 mi*
- *De la espica al Arturo 33 grad. 18 mi.*
- *Estaba levantado el cometa sobre el horizonte 12 grad. 30 mi.*
- *El Arturo sobre el horizonte 27 grad. Fue la observación a las 4 horas 24 mi.*

*2ª Observación en el mismo día*

- *Estaba apartado el cometa del Arturo 17 gra, 1 mi.*
- *Del cometa a la espica virginia 25 grad. 20 mi*
- *El cometa sobre el horizonte 33 grados*
- *La espica virginia sobre el horizonte 35 grad.*
- *Fue esta observación a las 6 horas 19 mi.*

*Conforme a la primera observación el lugar visible del cometa fue en siete grados de escorpión con tres grados de declinación meridional, y*

*el vertical donde estaba aparente distaba del meridiano por el horizonte 87 gra. Y tomando en el dicho vertical la paralaxis que es 29 grad. 22 minutos viene a estar el lugar verdadero casi en 9 grados del signo de libra.*

*Y en la 2ª observación que se hizo en el lugar de San Martín estaba el lugar visible del cometa en 4 grad. 20 mi. de escorpión y porque el vertical distaba del meridiano por el horizonte 87 grad., tomando en el dicho vertical la paralaxis que son 29 grad. 22 mi viene a estar el lugar verdadero en 3 grados de libra.*

- *Distaba el cometa de la superficie de la tierra 994 leguas (distaba del centro de la tierra 1998 leguas) [al margen].*
- *Corresponde a cada grado de la circunferencia del círculo de este semidiámetro 34 leguas  $\frac{1}{2}$ .*
- *Tenía el largo de la Cauda del Cometa 26 grados, a los que corresponden 897 leguas.*
- *Y porque tenía casi medio grado de grueso viene a tener 17 leguas  $\frac{1}{4}$ .*

*... Puesto que de razón no carece la opinión del Doctor Cedillo, que después hallé tuvieron Demócrito y Anaxágoras, de que estos fenómenos se engendran de las exhalaciones respiradas de los mismos planetas en sus conjunciones, o aspectos, y conforme a sus naturalezas tienen su asiento en los orbes celestes o sublunares, podríamos probarlo con que las que se ven en el firmamento, como el que apareció el año de 1572 en la Casiopea, cuya grandeza contenía 300 veces la tierra, y el de 1604 a los cuales no se halló paralaxis, parece cosa imposible que fuesen producidos de materia elemental; porque aquellos que niegan la corruptibilidad de los cielos no pueden conceder que las exhalaciones los penetren ni suban a poder verse en ellos; De más, de que respecto a la magnitud con que se observaron tan elevados, no era suficiente para formarlos visibles toda la cantidad de la tierra, y así me parece no filosofar mal el que tuviere, que en la generación de los cometas concurren exhalaciones así de los globos visibles celestes como de los elementos, y según su participación así quedan elevados. Este nuestro, conforme las observaciones referidas, está en la región del aire muy cerca de nosotros.*

En los mismos manuscritos de la Biblioteca Nacional se encuentran informaciones sobre otras observaciones de Cedillo y alguno de sus colaboradores, como las realizadas para determinar el tamaño aparente de la Luna en abril y mayo de 1619,

*El 29 de marzo observamos el diámetro aparente de la Luna el Dr. Silveira y yo y lo hallamos que era de 17 min y 30 sg., número duplicado*

que son 35. El 8 de abril de dicho año le observé yo en el grado nonagésimo al ascendente, mediando ella el cielo casi y tenía de diámetro aparente aún no 35 minutos,

o las llevadas a cabo en 1623 para calcular el tamaño aparente y otros aspectos relacionados con Marte.

El fallecimiento del cosmógrafo toledano en el verano de 1625 supuso que su cátedra fuera absorbida por el recién creado Colegio Imperial y la actividad astronómica en la Corte pasara a estar dirigida por los jesuitas de esta institución. Algunos de los discípulos de Cedillo continuaron con su interés por la astronomía con independencia de sus distintas profesiones y de la situación que había creado la condenada de Galileo. Uno de los casos más interesantes es el del jurista Juan Bautista Vélez que, como vimos, estuvo presente en las observaciones del cometa de 1618 y al que se debe uno de los trabajos más interesantes sobre astronomía escritos en España en el siglo XVII. Es un voluminoso manuscrito de 378 folios, conservado en la Biblioteca del Escorial, que debió escribir ya en los últimos años de su vida, cerca de 1640, con la intención de publicar la obra y dedicarla a Felipe IV. Contiene la traducción comentada de los seis primeros libros del *Almagesto* de Ptolomeo y el análisis del texto proporciona una magnífica información sobre el estado de la astronomía española en los años centrales del siglo XVII y del grado de recepción y de conocimiento de las obras europeas de la época en España.

Al comentar los distintos pasajes del *Almagesto* y tras la traducción de cada capítulo, Vélez añade amplias y detalladas exposiciones de los datos, técnicas de cálculo, modelos y teorías propuestas por los astrónomos árabes (al-Battani, al-Fargani, Thabit Ibn Qurra, etc.), por los cristianos medievales (astronomía alfonsina, principalmente), por los renacentistas (Regiomontano, Peurbach, Copérnico, Pedro Núñez, Reinhold y las *Tablas Pruténicas*, Maestlin, Clavio, Magini, etc.) y por los astrónomos de finales del siglo XVI y primeras décadas del XVII (Tycho Brahe sobre todo, pero también Longomontano, Kepler, Lansberg y algunos españoles como García de Céspedes).

Vélez incluye un amplio discurso sobre el movimiento de la Tierra, en el que expone con detalle los argumentos habituales a favor y en contra de dicho movimiento: astronómico-cosmológicos, físicos y bíblicos. En este sentido, destaca la claridad y rigor con que Vélez explica los diversos movimientos atribuidos por Copérnico a la Tierra (rotación, traslación y movimientos del eje terrestre) para explicar tanto el paralelismo del eje de rotación terrestre como la precesión de los equinoccios, su supuesta irregularidad y la variación de la oblicuidad de la eclíptica. Asimismo, Vélez describe las ventajas del sistema de Copérnico sobre los modelos ptolemaicos. Finalmente y tras ponderar los diversos argumentos deja claro que el único decisivo contra el movimiento de la Tierra procede de “los

dogmas de nuestra sagrada religión". En relación con ello, reproduce el decreto de la Inquisición romana condenando la teoría heliocéntrica.

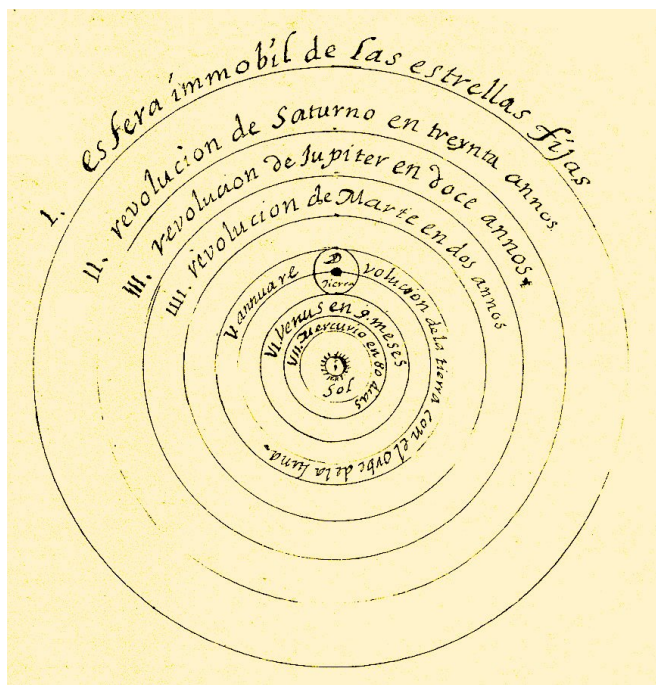


Figura 10: Comentarios de Juan Vélez al Almagesto. Biblioteca del Monasterio de El Escorial, Ms-K-1-II

El autor por el que Vélez muestra mayor admiración es, desde luego, Tycho Brahe, cuyas obras demuestra conocer con profundidad y cuyos planteamientos sigue. Así, todos los datos anteriores a Brahe sobre la precesión de los equinoccios, la oblicuidad de la eclíptica o los modelos del Sol y de la Luna son revisados a la luz de las aportaciones del astrónomo danés. También introduce Vélez una discusión sobre la refracción astronómica, igualmente a partir de Tycho Brahe, cuya tabla de refracciones reproduce. En cuanto a las cuestiones cosmológicas, Vélez niega, de acuerdo con Brahe, la existencia de las esferas celestes y considera la materia celeste fluida y “penetrable”, mencionando las observaciones de cometas y otros fenómenos astronómicos. Habla asimismo de las fases de Venus y los satélites de Júpiter descubiertos por Galileo, aunque, quizás por prudencia, no cita su nombre. Al ocuparse Vélez de las distancias planetarias, aún reconociendo las ventajas del sistema de Copérnico, expone las ideas de Brahe

sobre el tema y en cuanto a la distancia de las estrellas fijas a la Tierra reconoce que no puede afirmarse nada y ni si están o no todas a la misma distancia.

Vélez también cita con frecuencia a Kepler y a sus obras, incluidas las *Tablas Rudolphinas*, y siguiéndole acepta que los movimientos de los planetas describan elipses, aunque se muestra muy escéptico sobre las teorías físicas de dicho autor cuando las comenta.

En estas páginas se ha intentado mostrar a través de los escritos dejados por sus autores, y no por referencias más o menos fiables de historiadores posteriores, la realidad de la astronomía española en el período limitado por los últimos años del siglo XVI y el inicio de la década de los cuarenta de la centuria siguiente, casi sesenta años en que se pasa del final del Renacimiento hasta los comienzos de la Revolución Científica. Los astrónomos españoles, en contra de lo afirmado, no daban la espalda a sus contemporáneos ni desconocían sus aportaciones ni tampoco rechazaban las nuevas teorías. De lo único que se les podría acusar sería de carecer de la creatividad suficiente para protagonizar y liderar el progreso astronómico, pero para ello se necesitaba ya en esos momentos dedicarse exclusivamente a la ciencia, y eso en la España de entonces era casi imposible pues los astrónomos eran realmente profesionales de la ingeniería, los derechos o la medicina que únicamente podían emplear su tiempo libre al estudio de los fenómenos celestes.

## Referencias

VICENTE MAROTO, I., ESTEBAN PIÑEIRO, M.: *Aspectos de la Ciencia Aplicada en la España del Siglo XVI*. Junta de Castilla y León. Valladolid. 1991 (1ª ed.), 2006 (2ª. Ed.).

ESTEBAN PIÑERIO, M.: *La institucionalización de la ciencia aplicada en la España del Siglo XVI, un modelo cuestionado*, en “Beyond the Black Legend: Spain and the Scientific Revolution”. Valencia. 2006.

ESTEBAN PIÑERIO, M.: *Instituciones para la formación de los técnicos*. En “Técnica e Ingeniería en España. El Renacimiento”. Vol. 1. pp. 165-203. Real Academia de Ingeniería. Institución “Fernando el Católico”. Prensas Universitarias. Zaragoza. 2004.

NAVARRO BROTONS, V.: *La Astronomía*. En “Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla”, vol. III, pp. 259-318. Junta de Castilla y León, Valladolid. 2002.

ESTEBAN PIÑERIO, M.: *El Emperador y la Astronomía. El “Astronómico Real” del matemático sevillano Alonso de Santa Cruz*. En “El Emperador Carlos y su tiempo”, pp. 340-361. Cátedra “General Castaños”. Región Militar Sur. Sevilla. 2000.

ESTEBAN PIÑERIO, M.: *Matemáticas, Astrología y Navegación en la*



*Castilla del siglo XVI*. En "Historia de una cultura". Vol. II, pp. 691-740. Junta de Castilla y León. Valladolid, 1995.

GARCÍA DE CÉSPEDES, A.: *Regimiento de Navegación*, Madrid. 1606.

Biblioteca Nacional. Manuscritos 2349, 8448, 9091, 9092, 9093, 9251, 11634, 12026.

Biblioteca del Monasterio de El Escorial, Manuscrito K-I-11.

Biblioteca del Palacio Real, Manuscrito II-2812 (1).

Academia de la Historia, Manuscrito 09/3677.