

# Ediciones IES Santa María de Alarcos



Núm. 5

**Cynthiae Figuras**

aemulatur mater amorum

---

Ciudad Real, 2009

# Cynthiae Figuras aemulatur mater amorum



*Ediciones Sta. M<sup>a</sup> de Alarcos*

Un año después de que Galileo en 1609 abriera sus ojos por primera vez al universo tras las lentes de su primer telescopio, envió el siguiente mensaje a Giuliano de Medicis:

HAEC IMMATURA A ME IAM FRUSTRA LEGUNTUR OY  
(estas cosas no maduras en este momento son leídas en vano por mí).

Tras esta enigmática frase, encriptada al modo usual de la época, se encontraba un importante hallazgo. El astrónomo ocultaba su descubrimiento al Santo Oficio, que había quemado a G. Bruno nueve años antes, pero aseguraba su paternidad y el momento de su oportuna divulgación.

Pasado un tiempo, levantó el velo que cubría el mensaje, al ordenar correctamente las letras de éste:

CYNTHIAE FIGURAS AEMULATUR MATER AMORUM  
"La madre de los amores imita las figuras de Cynthia"

Galileo afirmaba en él que Venus (mater amorum) presentaba fases al igual que la luna (Cynthiae). Las implicaciones de tal hecho eran muy profundas: el planeta no sólo recibía la luz del Sol sino que giraba alrededor de él, como afirmó Copérnico cincuenta años antes. Su observación probaba la invalidez del sistema geocéntrico de Ptolomeo.

Dedicar este quinto libro de la colección de Ediciones Santa María de Alarcos a un tema como la Astronomía, que invita a maridar las ciencias con las letras y las miradas actuales con las históricas, a casar las aplicaciones con las teorías, y a emparentar los enfoques rigurosos con los exotéricos, es una nueva oportunidad de ofrecer a los lectores un texto mestizo de conocimientos, de culturas y de épocas.



Ediciones Sta. Mª de Alarcos



Castilla-La Mancha  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA  
DELEGACIÓN PROVINCIAL DE CIUDAD REAL



I.E.S. “Santa María de Alarcos”, Ciudad Real

---

Cynthiae Figuras  
aemulatur mater amorum

Antonio Adán Oliver ~ Jerónimo Anaya Flores  
M<sup>a</sup> Covadonga Aroca Jiménez ~ Ángel Campos Martín-Mora  
M<sup>a</sup> Rosa Cano Suárez ~ María Del Prado García-Cano Lizcano  
Juan Roberto Gillman Mellado ~ Manuel Iglesias Martínez  
Matías J. Iruela Rodríguez ~ Pedro Jesús Isado Jiménez  
Mercedes Marín Camino ~ Emilia Martín Vicente  
M.<sup>a</sup> de los Ángeles de la Peña Hernando ~ Belén Morales Peco  
José M<sup>a</sup> Pita Gutiérrez ~ Ángel Romera Valero  
Santiago Sánchez-Migallón Jiménez

COORDINACIÓN:  
Miguel Adán Oliver ~ Julián Amores Toribio

# CYNTHIAE FIGURAS AEMULATUR MATER AMORUM

INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA  
“SANTA MARÍA DE ALARCOS”  
CIUDAD REAL  
Ediciones Santa María de Alarcos

Edición patrocinada por la  
Delegación de Educación y Ciencia de Ciudad Real

- © Miguel Adán Oliver
- © Antonio Adán Oliver
- © Jerónimo Anaya Flores
- © M<sup>a</sup> Covadonga Aroca Jiménez
- © Ángel Campos Martín-Mora
- © M<sup>a</sup> Rosa Cano Suárez
- © María del Prado García-Cano Lizcano
- © Juan Roberto Gillman Mellado
- © Manuel Iglesias Martínez
- © Matías J. Iruela Rodríguez
- © Pedro Jesús Isado Jiménez
- © Mercedes Marín Camino
- © Emilia Martín Vicente
- © M.<sup>a</sup> de los Ángeles de la Peña Hernando
- © Belén Morales Peco
- © José M<sup>a</sup> Pita Gutiérrez
- © Ángel Romera Valero
- © Santiago Sánchez-Migallón Jiménez

Imprime: Instituto de Educación Secundaria  
“Santa María de Alarcos”, Ciudad Real

Diseño de cubierta: M<sup>a</sup> Covadonga Aroca Jiménez, César Degano Martínez,  
Fernando de la Cruz Pérez, Mercedes Marín Camino

Maquetación: Julián Amores Toribio

DEPÓSITO LEGAL: CR-154-2009

ISBN: 978-84-692-1115-1

CIUDAD REAL, 2009

Impreso en España

A nuestro compañero Matías.

# ÍNDICE

Página

CARLOS J. RUIZ LÓPEZ	
Presentación.....	9
1. MIGUEL ADÁN OLIVER y ANTONIO ADÁN OLIVER	
Azarquel: alumno y maestro.....	13
2. JERÓNIMO ANAYA FLORES	
Las cabrillas altas iban (Clavileño y la parodia de los viajes celestes).....	33
3. M <sup>a</sup> COVADONGA AROCA JIMÉNEZ	
De la armonía del universo a la armonía en la naturaleza y el arte.....	55
4. ÁNGEL CAMPOS MARTÍN-MORA	
Astronomía y navegación en los siglos XVI y XVII.....	75
5. M <sup>a</sup> ROSA CANO SUÁREZ	
La carta astral.....	95
6. M <sup>a</sup> DEL PRADO GARCÍA-CANO LIZCANO	
El tiempo atmosférico en refranes ingleses y españoles.....	101
7. JUAN ROBERTO GILLMAN MELLADO	
Astronomía primitiva en el mundo mediterráneo a través de la historia.....	115
8. MANUEL IGLESIAS MARTÍNEZ	
¿Cuánto dura un día?.....	143
9. MATÍAS J. IRUELA RODRÍGUEZ	
Antiguos oficios olvidados, siempre mirando al cielo.....	155
10. PEDRO JESÚS ISADO JIMÉNEZ	
Quevedo y su “Himno a las estrellas”.....	167
11. MERCEDES MARÍN CAMINO, EMILIA MARTÍN VICENTE y M <sup>a</sup> DE LOS ÁNGELES DE LA PEÑA HERNANDO	
Mujeres astrónomas.....	185
12. BELÉN MORALES PECO	
Astros, dioses y hombres: astronomía y astrología en la Grecia antigua.....	219
13. JOSÉ MARÍA PITA GUTIÉRREZ	
La astronomía en la navegación oceánica: introducción a la astronomía náutica.....	247
14. ÁNGEL ROMERA VALERO	
Astronomía y literatura en Castilla-La Mancha.....	263
15. SANTIAGO SÁNCHEZ-MIGALLÓN JIMÉNEZ	
Destruyendo el universo.....	289

## PRESENTACIÓN

“En lo tocante a ciencia, la autoridad de un millar no es superior al humilde razonamiento de un hombre”.  
GALILEO GALILEI

Estimado e imprescindible lector:

Este libro que ha llegado a tus manos es fruto del trabajo, excelente, entusiasta, de un grupo de profesores del I.E.S. «Santa María de Alarcos» de Ciudad Real que han querido dar un paso más, el quinto, en esa atractiva e ilusionante aventura que iniciamos en el año 2005 con motivo de la conmemoración del IVº Centenario de la publicación de *El Quijote* y que supuso el inicio de las Ediciones de nuestro Instituto. Esta obra se tituló *Yo era allí entonces el que soy aquí ahora (Estudios sobre el Quijote)* En aquellos momentos, nos propusimos el objetivo de publicar cada año un libro de tal forma que la conmemoración del Vº Centenario de la publicación de la inmortal obra de Miguel de Cervantes coincidiera con la presentación del número ciento uno de nuestra humilde colección.

En el año 2006, nos sumamos a otra importante conmemoración, el 750 aniversario de la fundación de Ciudad Real y nació *De villa a ciudad (Estudios sobre la fundación de Ciudad Real)*

En el año 2007, celebramos el año de la ciencia con la publicación de *Nunca perder lección*.

El pasado año, la excusa fue la conmemoración del IIº Centenario de la Guerra de la Independencia. Así nació nuestro cuarto libro: *El general No importa*.

En esta ocasión, con *Cynthiae figuras*, hemos querido sumarnos a la celebración del 2009 como Año Internacional de la Astronomía, en conmemoración del IVº Centenario del inicio de los descubrimientos, por parte del genial físico, matemático y astrónomo italiano Galileo Galilei (1564-1642), de la naturaleza accidentada de la superficie lunar, de numerosas estrellas imperceptibles a simple vista, de cuatro de los satélites

del planeta Júpiter, etc., aplicando el recién inventado telescopio a la observación astronómica. Tan importantes resultados los publicó en su obra *Sidereus nuncius (El mensajero de los astros)*, texto que rápidamente lo hizo famoso en toda Europa.

Los puntos de vista antiaristotélicos de Galileo, así como los descubrimientos por él utilizados en favor de aquellos, fueron objeto de numerosos ataques por parte de sus oponentes científicos y contrincantes académicos, que culminaron en un proceso ante el Santo Oficio, del que resultó la condena de la teoría heliocéntrica de Copérnico como herética y contraria a las enseñanzas bíblicas, doctrina con la que Galileo se sentía identificado. Fue encarcelado y obligado a abjurar de sus convicciones copernicanas, aunque finalmente la sentencia de prisión perpetua fue sustituida por una de confinamiento de por vida.

Poco a poco, a lo largo de los años, la ciencia ha venido demostrando la veracidad de las teorías de Galileo, hasta el punto de que está considerado como el responsable del nacimiento de la ciencia moderna. Además, parece que la vieja contraversia con la Iglesia Católica ha finalizado. Los medios de comunicación han recogido la noticia de que en el mes de febrero de este año 2009, se celebró una misa en la basílica de San Pedro del Vaticano, en honor de Galileo Galilei, con lo que parece haberse aceptado su legado científico dentro de la doctrina católica.

Es de justicia terminar la presentación de esta obra con los obligados agradecimientos:

Gracias a la Delegación Provincial de Educación y Ciencia de Ciudad Real, personificada en su máxima responsable, D<sup>a</sup> Elisa del Valle Fuentes, por su total, generosa e incondicional colaboración, tanto económica como de apoyo a esta iniciativa. Sin su ayuda, este libro no hubiera podido ver la luz.

Gracias a Miguel Adán y a Julián Amores quienes, como coordinadores de esta obra, han sabido contagiarnos su entusiasmo y hacer posible que vean la luz estos magníficos trabajos.

Gracias a los profesores del Departamento de Artes Plásticas: Mercedes Marín, Covadonga Aroca, Fernando de la Cruz y César Degano por el original diseño de la portada y contraportada.

Gracias a Antonio Adán, profesor universitario; a Ángel Campos, profesor de Instituto y a Manuel Iglesias, Inspector de Educación, los tres muy unidos a nuestro Instituto, por haber tenido la gentileza de colaborar con nosotros y de hacernos partícipes de sus profundos conocimientos astronómicos.

Gracias a nuestro Catedrático Emérito de Lengua y Literatura, Pedro Isado por seguir deleitándonos, fuera del aula, con sus brillantes lecciones.

Y naturalmente, gracias a los profesores de nuestro Instituto: Miguel Adán, Jerónimo Anaya, Covadonga Aroca, Rosa Cano, M<sup>a</sup> Ángeles de la Peña, Juan Roberto Gillman, M<sup>a</sup> Prado García-Cano, Matías Iruela, Mercedes Marín, Emilia Martín, Belén Morales, Ángel Romera, Santiago Sánchez Migallón y José María Pita, por su ilusión en que esta aventura editorial pueda seguir adelante.

Con vuestro trabajo, vuestro ejemplo y vuestro entusiasmo habéis conseguido que el objetivo que nos propusimos lograr al inicio de esta quijotesca aventura, llegar al número ciento uno de nuestras ediciones, esté hoy un poco más cercano

El I.E.S. “Santa María de Alarcos” está orgulloso de vosotros.

Carlos Javier Ruiz López  
Director del I.E.S. Santa María de Alarcos



AZARQUIEL: ALUMNO Y MAESTRO <sup>1</sup>

Miguel Adán, Dep. de Matemáticas  
Antonio Adán, U.C.L.M.

Y el más sabio de todos en la ciencia de los movimientos de los astros y de la construcción de la esferas es Abu Ishaq Ibrahim b. Yahyà, el cincelador, el conocido por *el hijo del Zarquel*.<sup>2</sup>

Los últimos años del siglo XV y primeros del XVI nos ofrecen un cúmulo de revoluciones y descubrimientos que pocas veces podremos observar en nuestra historia. El descubrimiento de América cambiaría de manera definitiva la geografía terrestre. La aparición de la imprenta en Europa abrió el paso a la divulgación del conocimiento. La rebeldía contra el poder y la doctrina establecidos por la Iglesia Católica desembocó en diversos movimientos de reforma y de ruptura. Dió comienzo la llamada “revolución científica” que cambiaría radicalmente la visión del mundo. Se despertó una creatividad y un interés excepcional en todas las artes. En definitiva, los hombres intentaron dar nuevas respuestas a un mundo que veían, o que querían ver, nuevo.

Una de la más profundas revoluciones, en cuanto que quiere responder a la pregunta de ¿dónde estamos?, es la revolución cósmica. Los trabajos de Copérnico (1473-1543) y de Kepler (1571-1630) dan al traste, incluso a su pesar, con la concepción del cosmos que durante más de 2000 años había imperado en todo el planeta.

Las antiguas civilizaciones orientales, asiáticas y mediterráneas contemplaban un cielo poblado, creado y gobernado por los dioses. Y, por

---

<sup>1</sup> Para facilitar la lectura del artículo, algunos conceptos astronómicos se comentan en el apéndice astronómico (AA). Además se debe tener en cuenta que tanto las grafías de los nombres propios como las fechas de nacimiento y fallecimiento son a menudo diferentes en los diversos textos consultados, por lo que han de tomarse en sentido aproximado.

<sup>2</sup> Ibn Sa'íd en su obra *Tabaqat al-Umam*, citado en [Millás]

eso mismo, los cuerpos que lo poblaban debían tener una forma perfecta, y sus movimientos debían ser uniformes. En este universo todo, absolutamente todo, debía explicarse a la luz de la religión. Como consecuencia se produjo una amalgama entre religión, magia, astrología y la astronomía que al tiempo que hacía avanzar nuestro conocimiento sobre el universo también frenaba de alguna manera el desarrollo verdadero de la ciencia. Las predicciones, horóscopos, augurios y todo tipo de adivinaciones eran comunes, indispensables en ocasiones, y para ello se necesitaba conocer la situación de los planetas, del sol y de las estrellas.

De entre los modelos cósmicos propuestos sobrevivió, acorde con la experiencia y con la teología, el homocéntrico o geocéntrico. Éste sistema, que considera la Tierra como un cuerpo inmóvil situado en el centro del universo, perduró hasta el siglo XV. Su vigencia, sin duda, es deudora del prestigio de Platón y Aristóteles, así como de la calidad técnica de Hiparco y Ptolomeo<sup>3</sup>. Los filósofos plantearon cosmologías que partían más de los propios modelos geométricos que de la observación. Estaban interesados en “salvar las apariencias” y, como diría Platón, “dejando en paz los cielos estrellados”. Para poder mantener los principios de circularidad y uniformidad y para justificar los movimientos aparentes de los astros, los astrónomos se apoyan en una amplia variedad de recursos geométricos<sup>4</sup>. La obra cumbre de la astronomía clásica, el *Almagesto*<sup>5</sup>, fue consultada y estudiada durante más de catorce siglos.

El rechazo de los artificios geométricos hasta entonces utilizados para salvar las discrepancias entre teoría y observación, así como la falta de unidad del modelo de Ptolomeo, que asocia a cada cuerpo estelar un comportamiento distinto son las claves que impulsan a Copérnico a buscar nuevas soluciones. Pero no cuestiona los principios de la circulación

---

<sup>3</sup> Pueden consultarse las contribuciones de filósofos y astrónomos clásicos en [Elena:1988, Taton: 1988, Torroja: 1986]. Entre los griegos: Tales de Mileto (625-547 a.C.), Pitágoras (570-472 a.C.), Platón (429-327 a.C.), Eudoxo (408-355 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.). Entre los alejandrinos: Aristarco de Samos (310-230 a.C.), Apolonio (262-190 a.C.), Hiparco de Nicea (Rodas) (190-120 a.C.) y Ptolomeo (100-174 d.C.).

<sup>4</sup> Hiparco y Ptolomeo, para explicar los movimientos de los planetas, su orden de rotación, la variación de la duración de las estaciones, etc, introducen artificios geométricos adaptados para cada planeta: la circulación excéntrica, los epiciclos y los ecuantos (AA).

<sup>5</sup> Término derivado de *al-megiste* que significa “el más grande” (se refiere a la consideración de Ptolomeo como el más grande astrónomo).

uniforme de los cuerpos celestes, estudia los modelos propuestos en la antigüedad que no tuvieron éxito, y descubre que considerando la Tierra como un astro móvil, se resuelven los problemas astronómicos de manera simple, armónica y coherente. En 1507 escribe a mano sus *Commentariolus*, la primera exposición de un sistema heliocéntrico, y en 1543 publica su gran obra, *De revolutionibus orbium coelestium libri VI* [Copernico], que pone fin al sistema ptolemaico y abre las puertas a la teoría heliocéntrica actual.

A pesar de que los reduccionismos estén tan de moda, los grandes avances en la ciencia suelen ser la consecuencia de una mezcla de oportunidad, preparación, genio y, a veces, azar. Un cambio tan radical (“giro copernicano”) se debe sin duda al trabajo y a la genialidad de su autor. Pero tenemos que valorar a los predecesores que dieron esos pequeños pero necesarios pasos; a los que se adelantaron a su tiempo y sus progresos quedaron olvidados; a los que simplemente ofrecieron nuevos y controvertidos enfoques. Si bien el modelo homocéntrico no había sufrido ataques a la totalidad del mismo, sí se presentaron envites parciales. Y no vinieron de la Europa cristiana.

La astronomía griega y alejandrina, como casi toda la ciencia, se pierde o se olvida en occidente durante la edad media. Sin embargo, la cultura islámica la rescata y la desarrolla entre los siglos IX y XIII. Dos son los enclaves principales: Bagdag, en los siglos noveno y décimo, y Córdoba, que recoge su herencia, en los siguientes.

Los estudios astronómicos en el Islam, comienzan con la instauración del califato abbasí, sucesor del primer califato omeya, que se trasladó de Damasco a Bagdag en 750 d.C. En ella se estudian inicialmente los sistemas planetarios hindú y persa<sup>6</sup>. Pero el impulso inicial y soporte durante años de la astronomía árabe se produce tras la apertura de la Casa de la Sabiduría. En ella se realizó una extensa tarea de recopilación y traducción<sup>7</sup> de bibliografía griega, hindú y persa en tiempos del califa al-Ma'mun, quien a

---

<sup>6</sup> Los textos *Zij al-Sindh Hind*, basado en las enseñanzas de Brahmagupta (s. VII) y en el texto astronómico hindú *Surya Siddhanta*, y el *Zij al-Shah* de origen persa (la palabra *zij* indicaba un conjunto completo de tablas geográficas y astronómicas).

<sup>7</sup> Uno de los primeros talleres de fabricación de papel se estableció en Bagdag en el año 793. A España llegaron en el año 1100 y a la Europa cristiana en 1189 [Mason].

principios del siglo IX propulsó el conocimiento científico y cultural. La importancia de esta escuela de traductores no debe pasar inadvertida. Gracias a ella las más destacadas obras griegas pasaron siglos después a occidente, a través de España, en versiones originales o traducidas; bien directamente del árabe al latín o, en ocasiones, mediante traducción intermedia al hebreo. Numerosos y desconocidos fueron los astrónomos y matemáticos musulmanes que aportaron sus metódicas observaciones, e introdujeron los primeros ataques a la obra de Ptolomeo [Taton].

Durante los dos siglos del periodo de esplendor del califato abbasí se deben recordar varios nombres. El pionero al-Khwarizmi (750-850), que expuso los conceptos astronómicos ptolemaicos<sup>8</sup> e hindúes en su obra *Zij al-Sindhind* (830)<sup>9</sup>. Introdujo el sistema de numeración hindú (nuestro sistema actual) y desarrolló el álgebra. Los astrónomos Thabit ibn Qurra (826-901), director de la escuela de traductores de Bagdad y precursor de la Teoría de la Trepidación (AA)<sup>10</sup>; al-Farghani(805-880) corrigió los valores de la oblicuidad de la eclíptica (AA)<sup>11</sup> y de la precesión de los equinoccios solares y lunares; al-Battani (Albategnius, 858-929), que estableció un preciso catálogo de casi quinientas estrellas en las denominadas Tablas Sabinas y un texto enciclopédico denominado simplemente *Zij*; y al-Sufi (903-986) que mejoró las tablas ptolemaicas con sus observaciones estelares, incluyendo las primeras descripciones de nebulosas (Andrómeda y Magallanes).

El interés por la Astronomía procedía casi de manera exclusiva de la necesidad de determinar con precisión cuestiones prácticas, como la dirección exacta de la Meca, la entrada y salida del Ramadán y las horas de las oraciones, más que por la elaboración de una cosmología cierta<sup>12</sup>. En este sentido se explica que las variaciones que encontraban entre la teoría y

---

<sup>8</sup> El *Almagesto* de Ptolomeo y los *Elementos* de Euclides fueron de las primeras traducciones realizadas por Hunayn ibn Ishaq (809-877).

<sup>9</sup> Hoy se conserva sólo la traducción latina de A. de Bath del siglo XII. El término “zij” era empleado para denominar un tratado astronómico junto con sus tablas.

<sup>10</sup> Para algunos autores, ibn Qurra es solo un precursor y asignan a Azarquiel la autoría de la misma ([Taton]).

<sup>11</sup> Para Ptolomeo su valor era de  $23^{\circ}51'20''$  y en Bagdad se determino la medida de  $23^{\circ}33'$ .

<sup>12</sup> En general las ciencias denominadas intelectuales (matemáticas, ciencias naturales,...) si bien no sufrieron persecución en el Islam, tampoco tuvieron una alta consideración (no se enseñaban en las madrasas). Las salvaba su utilidad como apoyo a la vida cotidiana.

los datos de sus observaciones no llevó a los astrónomos musulmanes, salvo alguna excepción, a cuestionarse el modelo clásico, en cambio, les impulsó a realizar un esfuerzo continuado en la observación, mejorando sus instrumentos (astrolabio, cuadrante,...), creando observatorios (Bagdag, Damasco, Maraga), refinando las tablas de posición de los cuerpos celestes y desarrollando herramientas matemáticas como la trigonometría plana y esférica a partir de la matemática hindú<sup>13</sup> y de los estudios de al-Battani, al-Bituni (973-1048) y Abu'l-Wafa (940-995).

Con el lento declive de la capital del califato abbasí a mediados del siglo X, y salvo raras excepciones, como la del matemático Umar Khayyam (1048-1123) que trabajó sobre tablas y calendarios, comienza la diáspora de científicos. Unos fueron hacia la India, como el sabio al-Biruni, verdadera autoridad en su tiempo. Otros recalaron en El Cairo, donde el califa fatimí al-Hakim fundaría la Casa del Saber en el 995. Entre ellos estaban los estudiosos ibn al-Haytam (Alhazén, 965-1038), que dió pasos importantes al contradecir las enseñanzas sobre óptica de Ptolomeo, e ibn Yunus (?-1009) que confeccionó las influyentes “Tablas Hakemitas” sobre la posición y magnitud de las estrellas y del Sol.

Desde lugares muy distantes y con diferente actitud, pero con ingenio e intereses similares, los astrónomos Ibn al-Haytam y al-Biruni trabajaron a principios del siglo XI en la búsqueda de una configuración física real del universo (*hay'a*). No sólo refutaron la Astrología, sino que sus métodos de estudio iniciaron lo que después se llamaría “el método científico”. Fueron además de los primeros en criticar y poner seriamente en duda la autoridad de Ptolomeo<sup>14</sup>. Entre los primeros modelos no ptolemaicos está el descrito por al-Haytam que rechaza el ecuante y las excéntricas (AA) desde un enfoque puramente geométrico. Así mismo proponen, admiten o, al menos, no ven contradicciones en los movimientos de rotación de la tierra sobre su eje y alrededor del sol. A pesar de ello al-Biruni, con toda su influencia, muestra su inclinación por mantener la ortodoxia por motivos filosófico-religiosos.

---

<sup>13</sup> De ella adoptan la función seno.

<sup>14</sup> En concreto al-Haytam escribe una obra titulada “Dudas sobre Ptolomeo”.

Durante los dos tercios finales del siglo X, tras la proclamación del califato de Córdoba por el omeya Abderramán III en 929, se desarrolla un nuevo foco de cultura que quiere imitar al bagdalí y que, de hecho, le sustituye. En estos años el califato ocupa gran parte de la península ibérica, sus límites al norte son las cuencas del Tajo y del Ebro. En él conviven diversas razas, mezcladas gracias al elevado número de mujeres ibéricas que se han ido uniendo a los varones árabes, bereberes y magrebíes que han ido entrando en la península. Diversos credos coexisten junto a la religión oficial, y el pueblo habla una especie de dialecto latino, aunque para cuestiones oficiales y científicas la lengua empleada sea la de la cultura dominante: el árabe. Pero no es durante el califato, militar y políticamente estable, tolerante y próspero, en el que aparecen los nombres más brillantes de científicos cordobeses. Una excepción es la del matemático Maslama al-Mayriti (¿-1007), traductor de Ptolomeo y adaptador de los influyentes *ziyes* de al-Khwaritmi y al-Battani al meridiano de Córdoba. De él aprendieron numerosos discípulos que diseminaron sus enseñanzas por la península [North].

Los enfrentamientos entre los sucesores de Almanzor e Hisham II provocan la guerra civil y la consiguiente división de la península en Taifas en las primeras décadas del siglo XI. Como consecuencia del largo periodo califal y fruto de la competencia entre las diversas taifas, donde se imita el mecenazgo en arte y ciencia de las grandes cortes musulmanas, surgen los nombres de los sabios (astrónomos) andalusíes más destacados: el toledano al-Zarqalí (Azarquiel, 1029-1100), los aragoneses Abraham ibn Ezra (1090-1164) e ibn Bayya (Avempace, 1106-1138), el malagueño ibn Tufayl (Abentofail, 1110-1185), y los cordobeses, al-Bitruyí (Alpetragio, ¿-1200), ibn Rust (Averroes, 1120-1198) y Moisés Maimónides (1135-1204). Sin duda Azarquiel tiene un papel preponderante entre todos ellos debido a sus aportaciones a la Astronomía de posición de la época.

Azarquiel, nombre latino por el que se conoce a al-Zarqalí, cuyo significado es “el de ojos azules”, nació en 1029 en Toledo, ciudad entonces perteneciente al califato de Córdoba y que en 1035 se independizaría creando su propia taifa. Azarquiel vivió y trabajó en Toledo durante muchos años pero, quizás huyendo del ambiente de luchas internas surgido tras la muerte en 1077 de su rey al-Mamún, se trasladó definitivamente a la Córdoba de al-Mu'tamid. Allí murió en 1100. Sus datos biográficos son

escasísimos. Se sabe que comenzó siendo un simple artesano que construía instrumentos para los astrónomos de la corte del rey de la taifa de Toledo al-Mamun. En ella, y bajo la dirección de ibn Sa'id, se había formado un grupo de poetas y científicos para dar lustre al reino. Parece ser que muy pronto destacó, no sólo en la perfección de los instrumentos que elaboraba, sino en la ciencia astronómica a la que servían. Tras ingresar al servicio del rey como astrónomo, inició sus investigaciones y observaciones, lo que le llevó a dominar el conocimiento existente en ese momento acerca del universo. Sus trabajos principales son sin duda la elaboración de las famosas Tablas Toledanas, la invención de un astrolabio universal denominado Azafea y sus obras teóricas acerca del sol y de las estrellas. Otra obra muy popular en su tiempo fue la creación de una clepsidra en la ciudad de Toledo a modo de fuente que mostraba las horas del día y de la noche.



Fig. 1. Sello conmemorativo con el dorso de la Azafea

Las *Tablas Toledanas*<sup>15</sup> son la obra conjunta del grupo de astrónomos toledanos, reunidos en torno del cadí ibn Sa'id y encabezados por Azarquiel que, hacia 1069, realizaron una tarea de verificación y actualización de las tablas de al-Khwaritmi, al-Battani y Ptolomeo. Respaldadas por más de 25 años de observaciones, las tablas presentaban innovaciones importantes. En

<sup>15</sup> El texto árabe está perdido pero existen versiones latinas.

esta obra se incluyen términos correctores basados en la teoría de la trepidación (AA), se adaptan los movimientos medios de los planetas al meridiano de Toledo y cambian el origen de coordenadas de manera que el movimiento de los planetas se medía con respecto a las estrellas, sustituyendo así el punto del equinoccio de primavera empleado por Ptolomeo y sus seguidores. La importancia en Europa de las Tablas Toledanas, preferidas a las de al-Khwaritmi, se pone de manifiesto en las múltiples adaptaciones realizadas al meridiano local de muchas localidades. Como ejemplo de ello valgan las Tablas de Marsella de 1140 y las de Londres redactadas en 1232. A lo largo del primer tercio del siglo XIV se difunden por Europa, ya traducidas al latín, las Tablas Alfonsíes de 1272. Estas, que son una derivación de aquellas, las sustituyen y prolongan de esta velada manera su influencia durante años.

De índole tabular es así mismo su *Almanaque de Ammonio*. El objetivo de los almanaques era el de conocer el movimiento de los planetas mediante una tablas que recogían un ciclo completo de su movimiento.

Las contribuciones teóricas de Azarquiel a la Astronomía están plasmadas en sus obras *Suma referente al movimiento del Sol* (1075-1080) y *Tratado sobre el movimiento de las estrellas fijas* (1085). En la primera, de la que no se conserva ningún ejemplar y la información disponible procede de diversas referencias a ella del propio autor o de otros, se ventilaban cuestiones sobre la duración del año solar y los diversos movimientos del astro rey. En ella abordó el problema del movimiento de la variación del apogeo solar, asignándole un valor muy preciso de  $1^\circ$  cada 299 años y explicándolo mediante un pequeño epiciclo centrado en la eclíptica. La segunda, de la que se conserva una traducción hebraica, aborda el difícil problema del movimiento de la esfera sobre la que estaban situadas las estrellas (bóveda celeste), contrastando los datos de sus propias observaciones con otros antiguos. Resuelve o explica las diferencias mediante la introducción de nuevos epiciclos, propone varias soluciones al movimiento de trepidación y aborda su explicación a la variación de la eclíptica recurriendo de nuevo a pequeños epiciclos.

Si bien puede considerarse una simple intuición, en un tratado sobre la construcción y el uso del *ecuatorio* o *lámina universal*, y explicando el movimiento peculiar observado por el planeta Mercurio, Azarquiel asigna

una figura ovalada, similar a una elipse, para el deferente (AA) del planeta. Rompe con la solución ptolemaica que le asignaba un deferente de centro móvil, y propone por primera vez una curva no circular en la astronomía [Samsó, Millás]. Abunda en ello al referirse a la citada curva como figura ovoidal y en otro lugar como figura cónica, en cuyo caso estaría adelantándose a Kepler en quinientos años. Nótese así mismo que el primer autor no musulmán que habla explícitamente de esta curva es un precursor del heliocentrismo, G. Peurbach (1423-1461), en su *Theoricae novae planetarum*, trescientos años después [Comes].

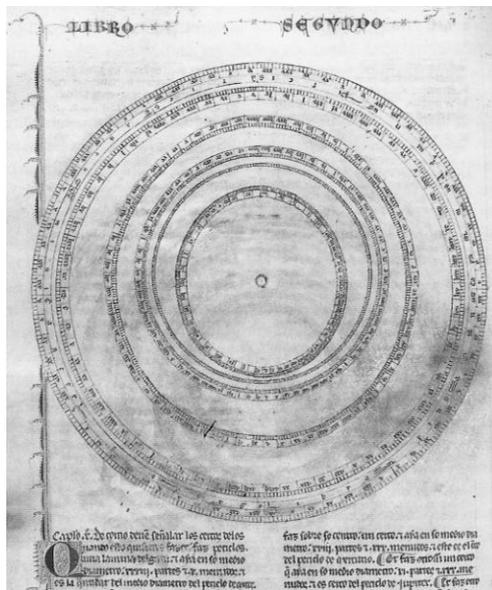


Fig. 2. Representación del Ecuatorio de Azarquiel

En sus trabajos teóricos, vemos que Azarquiel intenta concordar las observaciones anteriores con las suyas, al modo en lo hacía ibn Qurra. La autoridad y las enseñanzas de astrónomos anteriores eran apreciadas y conocidas por él y todo su esfuerzo para explicar las divergencias entre los datos de que disponía contaba con el apoyo de las habituales herramientas geométricas y trigonométricas. Pero los errores de las observaciones de otros autores le llevaron a querer explicar movimientos mediante teorías que

posteriormente resultaron equivocadas. Sus explicaciones, aunque hoy las consideremos erróneas, contaban en su día con el beneplácito general al ajustarse a los datos reales de que se disponía en esos momentos, otorgándole amplia fama e influencia.

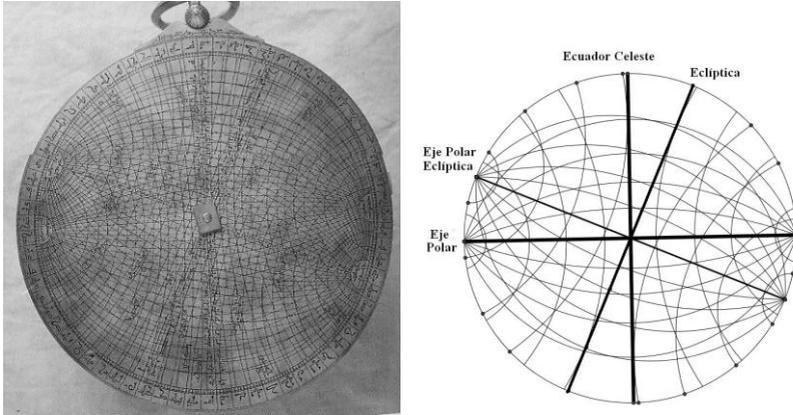


Fig.3. Faz y esquema de la Azafea Zarqaliyya

Si las contribuciones tabulares y teóricas de Azarquiel son importantes, la aportación instrumental es así mismo muy relevante. En 1048 ideó un tipo especial de astrolabio denominado *azafea* del que hay dos versiones: la *zarqaliyya* y la *sakkaziyya*. El astrolabio es un instrumento que aparece en el mundo musulmán en el siglo X como una mejora de instrumentos más antiguos. Fue muy útil para los viajeros, que recorrían largas distancias por tierra y mar, y naturalmente utilizado en Astronomía. Entre otras cosas los astrolabios se utilizaban para medir la altitud de las estrellas, la latitud del lugar, y las horas del día o de la noche. Básicamente es un disco de metal denominado “madre” que presenta dos caras, una de ellas, la faz, hueca para situar en su interior una plantilla circular, y que se mantiene suspendido de una argolla. Su tamaño dependía del propósito de su uso, desde los 15 cm de diámetro hasta más de un metro, si era utilizado en Astronomía. Su uso se extinguió hacia finales del siglo XVII.

Uno de los problemas que presentan los astrolabios es que se deben utilizar diferentes plantillas o tímpanos en la faz, en función del lugar en

que estemos situados. En este tímpano están grabadas diversas líneas que representaban el horizonte, las alturas sobre el horizonte, el acimut, el ecuador, etc. Para ello se utiliza una proyección estereográfica (AA) de la esfera celeste desde uno de los polos sobre el plano del ecuador y como tal es una representación plana y conforme<sup>16</sup> de la esfera celeste. En la Azafea, Azarquiel emplea, en vez de una, dos proyecciones estereográficas meridianas superpuestas (AA) que corresponden cada una a la mitad de la esfera celeste. Los focos de proyección son los dos equinoccios, vernal y otoñal, y el plano de proyección, normal a la eclíptica, es el del meridiano que pasa por Cáncer y Capricornio. Con estos cambios una única lámina es suficiente por lo que el instrumento alcanza la categoría de “universal”, al igual que otro desarrollado también en Toledo por Alí ibn Jalaf<sup>17</sup>. Desgraciadamente, el escaso número de azafeas existentes (no más de una decena) y los tardíos ecos que de ella aparecen en la literatura, nos indica que dicho instrumento no tuvo una gran aceptación a pesar de las ventajas que presentaba. Quizás por lo extendido del uso del astrolabio clásico, o quizás porque fue concebido con un espíritu más teórico o docente que práctico [Puig: 1987, 1992].

En su dorso la Azafea tiene una proyección ortográfica de la esfera y, en el cuadrante derecho inferior, una de las primeras tablas de senos de tipo sexagesimal que aparecen en la península.

En el *Tratado de la Azafea*, Azarquiel explica en 100 capítulos cómo se debe construir y utilizar. Esta obra le dio mucha fama a pesar de las tardías traducciones al latín y a pesar de que debía de ser difícil de entender: “cuando el conocimiento de la azafea de Azarquiel se extendió entre los sabios de oriente, quedaron estupefactos y no pudieron comprenderla sino con la ayuda de Dios” [Millas]. La obra fue traducida en el siglo XIII al hebreo, al latín y al castellano (en dos ocasiones la mandó traducir Alfonso X, en 1255 y en 1277) y numerosas son las derivaciones y recensiones de la misma en los dos siglos siguientes.

---

<sup>16</sup> Esto significa que el ángulo que forman dos curvas que se cortan en la esfera celeste y el que forman las curvas en la proyección plana son iguales. Por ello se dice que una transformación es conforme si “mantiene los ángulos”.

<sup>17</sup> Existen dudas sobre la primacía de la invención del sistema de proyección pues ambos instrumentos, la *lámina universal* de Alí ibn Jalaf y la *azafea* de Azarquiel, utilizan el mismo [Millas, Puig: 1992].

En el *Libro de la lámina de los siete planetas*, Azarquiel supera de nuevo el instrumento denominado *Lámina universal* que permitía, utilizando láminas diferentes para cada planeta localizar su posición. Azarquiel elimina la necesidad de diversas láminas y las reduce a una única, además de rectificar diversas irregularidades. El mismo nos dice [Millás] en su dedicatoria al sultán al-Mu'tamid, rey de la taifa de Sevilla:

[...] heme elevado hasta el ámbito de las esferas y he abarcado con mi espíritu todo cuanto allí se halla representado, y he fabricado un notable instrumento con el cual se llega a la ecuación de los siete planetas y se da una buena cuenta de la causa originaria del avance y retroceso de los mismos;... Y ciertamente yo lo he conducido a la presencia (del sultán) como una doncella virgen de entre las hijas de mi pensamiento y como una de las maravillas del siglo.

Para darnos una idea de la influencia de los trabajos de Azarquiel, basta con revisar los dos capítulos completos que Millás dedica a ello [Millás]. Este biógrafo de Azarquiel dedica el primer capítulo a la influencia sobre autores árabes y judíos, citando entre otros muchos a algunos personajes señeros como los árabes al-Bitruyi, ibn Rust e ibn al-Banna (1256-1321) y los judíos Abraham ibn Ezra (1092-1167), Jacob ben Mahir ibn Tibbon (Profatius, 1236-1304) y Abraham Zacuto (1450-1515). Entre los cristianos, la influencia fue algo posterior, ya entrado el siglo XII, y se cita, entre otros, a Juan Hispalensis (¿-1180), Roger Bacon (1214-1294) y Campanus de Novara (s.XIII). Junto a estos conocidos científicos se referencian numerosos textos anónimos con influencias azarquianas.

Un dato significativo de la alta estima en que se tenían sus observaciones astronómicas son las referencias que Copérnico hace de él en *De revolutionibus orbium coelestium libri VI*. Copérnico cita en su libro a una treintena de científicos, la mayoría griegos y alejandrinos. Los únicos musulmanes que cita son, utilizando su nombre latino: Albatenio, Alpetragio, Arzaquel, Averroes y Thabit ben Qurra. Como puede observarse tres de ellos son astrónomos hispanos, lo que muestra la clara influencia de nuestra astronomía. En el libro tercero, capítulos II y VI, que dedica a las observaciones que comprueban la irregular precesión de los equinoccios y a la oblicuidad de la eclíptica, comenta las aportadas por Aristarco de Samos, Timócaris de Alejandría, Hiparco, Menelao, Ptolomeo, Albatenio, Prophatius el Judío y Arzaquel el Hispano. En los capítulos XVI, XVII y

XX, dedicados a la aparente irregularidad de la órbita solar, vuelve a citarlo junto a Albatenio y Ptolomeo. Hablando del apogeo del Sol dice:

[...] a Arzaquel después de CC años menos VII, le parecía que había retrocedido casi IIII grados y medio, por eso juzgaba que era cualquier otro movimiento adicional del centro de la órbita anual sobre cierto círculo pequeño, según el cual el apogeo se inclinaba antes y después, y el centro de aquella órbita producía distancias desiguales desde el centro del mundo. Hallazgo bastante pulcro, pero no por ello aceptado, pues no tiene coherencia en general, con la posición de los demás.

Y notando que su error se debía a malas observaciones suyas o a anteriores de Albatenio añade:

Por lo que se cree que habían incidido en algún error en aquellas abundantes observaciones. Siendo ambos matemáticos semejantes en su cuidado y diligencia, es dudoso a quien debamos seguir. En cuanto a mí, confieso que no existe en parte alguna mayor dificultad que en captar el apogeo del Sol....

Efectivamente, los problemas a los que enfrentaban los astrónomos clásicos superaban en mucho a sus posibilidades de observación y recursos matemáticos. Pero estamos seguros que Azarquiel se sentiría gratificado si pudiera mirar al firmamento a través de un instrumento descubierto cinco siglos después de su muerte por Galileo y descubrir en la cara visible de la Luna un cráter que lleva su mismo nombre. Si el lector quiere encontrarlo las coordenadas lunares son: latitud 18.2S, longitud 1.9W, y el tamaño de su diámetro es de 96.0 Km.

Para terminar sean las palabras de uno de sus biógrafos, el judío toledano Ishaq Israe'í [Millas], las que cierren este breve estudio:

Al principio, no era más que un hábil artista o forjador en hierro o metal y que trabajaba en la confección de los instrumentos astronómicos que le encomendaban los sabios musulmanes y judíos de la ciudad de Toledo, a la cabeza de los cuales estaba Ibn Sa'id, verdadero mecenas por su generosidad protectora. Nuestro Azarquiel sorprendió a aquellos sabios, a las órdenes de los cuales trabajaba, por su gran destreza e ingenio en la construcción de los

instrumentos que le encargaban, y más por deberlo tan solo a sus dotes naturales, pues no tenía una preparación científica. Visto lo cual, se le facilitaron a Azarquiel las obras de los antiguos autores, las que con gran facilidad se asimiló, de modo que ya en adelante no sólo pudo construir muy exactamente los instrumentos que se le encomendaban, sino que aún hizo otros que a aquellos sabios no se les hubiera ocurrido. De esta manera Azarquiel se convirtió casi en maestro de aquella sociedad de sabios de Toledo, con los cuales, durante muchos años, continuó observando los movimientos astronómicos.

## APÉNDICE ASTRONÓMICO

1.- El modelo astronómico en época de Azarquiel estaba basado en la circulación de los siete planetas conocidos, la Luna y el Sol en torno a la Tierra (Fig.4).

2.- La *eclíptica* es la proyección sobre la esfera celeste de la curva que describe el Sol en su aparente rotación alrededor de la Tierra (Fig.4)<sup>18</sup>. El Sol tarda un año en recorrer la eclíptica de manera que día a día, a la misma hora, va cambiando ligeramente su posición contra el fondo de estrellas que se supone fijo. Esta esfera de estrellas fijas se dividió en la antigüedad en una docena de partes denominadas constelaciones.

El plano que contiene a la eclíptica es distinto del plano del ecuador celeste y el ángulo que forman ambos se denomina oblicuidad de la *eclíptica*, su valor, de enorme interés astronómico, es de  $23^{\circ}27'$ .

---

<sup>18</sup> En otras palabras, es la trayectoria que sigue el Sol en el cielo.

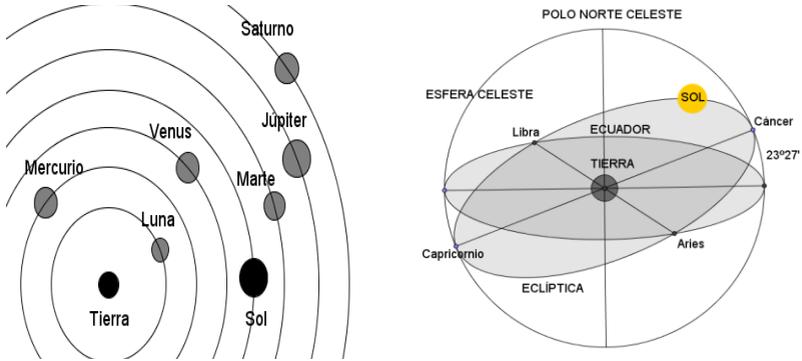


Fig.5. Modelo astronómico y Eclíptica.

Los puntos más notables de la eclíptica son los equinoccios y los solsticios.

Los *equinoccios* o puntos de corte del plano del ecuador y de la eclíptica. Se denominan punto Aries y punto Libra. En ellos se produce la entrada en dichos signos del Zodíaco y marcan el comienzo de la primavera y del otoño. Los solsticios, de verano e invierno, son los puntos en los que el Sol alcanza la máxima y mínima altura en la esfera celeste sobre el plano del ecuador, en ellos se entra en los signos de Cáncer y Capricornio.

La teoría de la *trepidación*, o teoría de *acceso* y *receso*, intenta explicar las variaciones observadas en las coordenadas que dan la posición de las estrellas con el transcurrir de los años. Dicha variación ( $1^\circ$  cada 100 años para Ptolomeo y  $1^\circ$  cada 66.6 años para los astrónomos bagdadíes) se explicaba por un movimiento de vaivén del punto equinoccial (*precesión de los equinoccios*), que era el origen del sistema de coordenadas. Dicho movimiento era explicado por medio de un epiciclo.

3.- La *circulación excéntrica* se produce al girar un astro uniformemente en torno a un punto geométrico cercano pero no coincidente con la Tierra. En algunos modelos se suponía que un cuerpo giraba uniformemente en torno a un punto geométrico que, a su vez, rotaba no uniformemente en torno a su centro geométrico, pero sí uniformemente respecto de otro punto, denominado *ecuante*, que no coincidía con la Tierra. El *Perigeo* y *Apogeo*

son los puntos en los que el Sol está más cercano y más alejado de la Tierra. Recíprocamente, *Perihelio* y *Afelio* son las posiciones más alejada y cercana de la Tierra en su órbita heliocéntrica.

4.- El *epiciclo* es la trayectoria circular que describe un cuerpo que gira uniformemente en torno a un punto geométrico que rota a su vez, uniformemente, en torno a la Tierra sobre su llamado círculo *deferente*. Con este recurso se justificaban los movimientos retrógrados que se observaban en los diferentes cuerpos. Como se observa en el gráfico, cuando el centro del epiciclo pasa de la posición A1 a la A2, desde la Tierra se observa que el planeta ha avanzado mucha más distancia que cuando el centro del epiciclo pasa de A2 a A3. Dependiendo de los puntos que se consideren y de la relación entre los radios del epiciclo y deferente, se podrán observar movimientos de avance, inmovilidad o retrógrados.

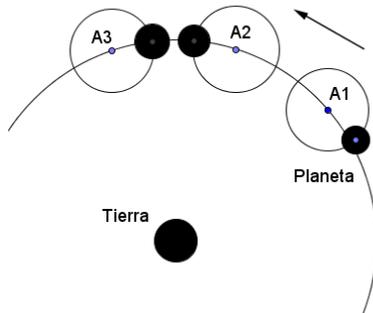


Fig.6. Movimiento sobre un Epiciclo

Por *movimientos medios* de los planetas se entienden diversas medidas acerca del movimiento de un cuerpo en torno a su epiciclo, o del centro del epiciclo en torno a su círculo deferente.

5.- En la *proyección estereográfica* de la esfera celeste, utilizada en los astrolabios, el plano de proyección es el plano ecuatorial y los focos de proyección son los polos norte o sur. En la Figura 7, a la izquierda, se observa la proyección desde el Polo Sur. En esta, los paralelos celestes se proyectan en circunferencias del plano ecuatorial, los meridianos celestes se proyectan en diámetros sobre dicho plano, y el Polo Norte queda proyectado en el centro. A la derecha de la figura se representa la proyección plana de

diversas circunferencias y meridianos. De esta manera, la posición de una estrella sobre la esfera celeste tiene su representación plana en el punto en el que se cortan las proyecciones de su meridiano y paralelo celestes.

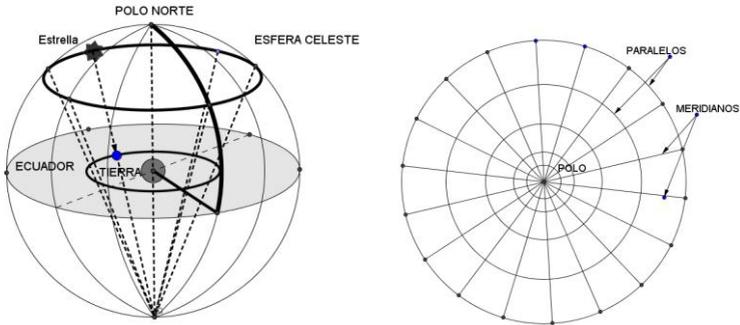


Fig.7. Proyección estereográfica ecuatorial

Es importante observar que esta transformación de la esfera celeste sobre un plano es, matemáticamente hablando, una inversión. Así al proyectar dos curvas que se cortan formando un cierto ángulo, sus proyecciones forman el mismo ángulo sobre el plano de proyección.

Si deseamos reproducir la bóveda celeste del hemisferio norte (Fig. 8) tomaremos el foco de proyección en el Polo Sur. El Polo Norte se proyecta en el centro de la Tierra (T), los paralelos celestes de Cáncer y de Capricornio y demás paralelos se proyectan en círculos concéntricos centrados en T. En cambio al proyectar los almucantarats<sup>19</sup> obtenemos elipses no centradas en T, obteniendo de esta forma las peculiares líneas de un astrolabio. Esta última característica es la que hacía del astrolabio un instrumento local, dependiente de la posición del Cénit, y obligaba a cambiar la lámina utilizada pues sus líneas dependían de la altura del lugar.

<sup>19</sup> Círculos alrededor del Cénit cuyos puntos tienen igual altura sobre el horizonte.

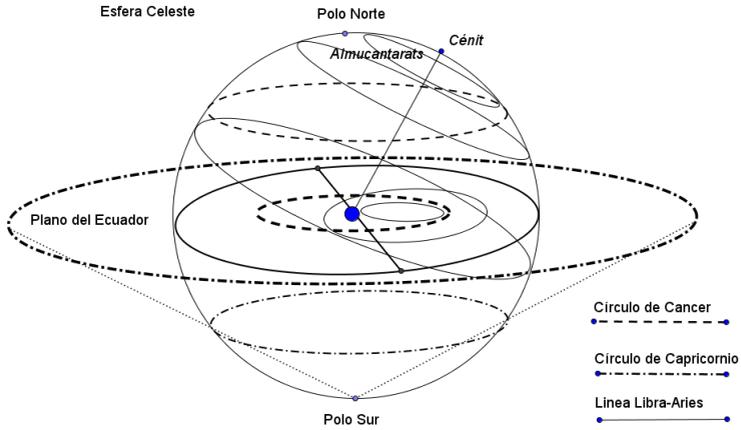


Fig.8. Proyección estereográfica ecuatorial

En la Azafea, el foco está situado en uno de los puntos equinociales (Libra o Aries) y se proyecta sobre un plano perpendicular al Ecuador celeste que pasa por los puntos de Cáncer y Capricornio (Fig. 9, izquierda).

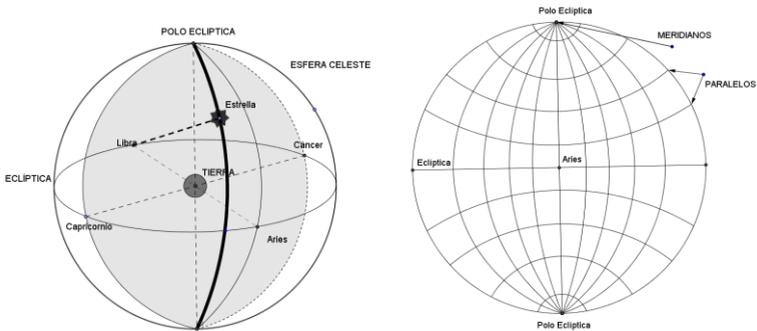


Fig.9. Proyección estereográfica meridional

En esta proyección el meridiano que pase por el punto diametralmente opuesto al foco, el ecuador celeste, la eclíptica y su eje polar y el horizonte del lugar se transforman en rectas. De esta manera podemos tener tantos horizontes como diámetros y podrá utilizarse en cualquier latitud. Las proyecciones de los restantes meridianos dan lugar a arcos, desigualmente espaciados, que confluyen en los puntos proyección de los polos. Los paralelos se transforman en arcos de circunferencias desigualmente espaciados y abiertos hacia la proyección de sus polos. Este tipo de proyección ha sido también llamada Arzahelis en honor de Azarquiel.

Como puede observarse en el esquema de la Fig.3 en la faz de la Azafea están grabadas y superpuestas dos de estas proyecciones estereográficas. Un diámetro representa el ecuador celeste y el otro la eclíptica. Sus correspondientes ejes perpendiculares son los ejes polares: línea Norte-Sur y línea Cenit-Nadir.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- COMES, M. [1992], “Los Ecuatorios andalusíes” en *El Legado Científico Andalusi*, Museo Arqueológico Nacional, Madrid.
- COPÉRNICO, N. [1543]: *De Revolutionibus Orbium Coelestium libri VI*. Barcelona. Ediciones Altaya, 1994.
- ELENA, A., ORDÓÑEZ, J. [1988]: *Historia de la Ciencia*. Vol. 1. Madrid. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- MASON, S.F., [1984]: *Historia de las Ciencias*. Madrid. Alianza Editorial.
- MILLÁS VALLICROSA, J.M. [1993]: *Estudios sobre Azarquiel*. Toledo. Edición facsimil de la Excma. Diputación Provincial de Toledo.
- NORTH, J.D. [1992], “Tablas astronómicas en al-Andalus” en *El Legado Científico Andalusi*, Museo Arqueológico Nacional, Madrid.
- PUIG, R. [1987], *Los Tratados de Construcción y Uso de la Azafea de Azarquiel*, Instituto Hispano-Árabe de Cultura, Madrid.
- PUIG, R. [1992], “Instrumentos universales en al-Andalus” en *El Legado Científico Andalusi*, Museo Arqueológico Nacional, Madrid.
- SAMSÓ, J. [1992], “Astronomía teórica en al-Andalus” en *El Legado Científico Andalusi*, Museo Arqueológico Nacional, Madrid.
- TATON, R. [1988]: *Historia General de las Ciencias*. Vol. 1. Barcelona. Ediciones Orbis.
- TORROJA, J.M. [1986], “La Astronomía Griega” en *Historia de la Matemática hasta el siglo XVII*. Madrid. Real Academia de CC. Exactas, Físicas y Naturales.



## LAS CABRILLAS ALTAS IBAN (CLAVILEÑO Y LA PARODIA DE LOS VIAJES CELESTES)

Jerónimo Anaya Flores  
Departamento de Lengua y Literatura

Refiriéndose a los libros de caballerías, el canónigo los elogia, llegando a decir: «Ya puede mostrarse astrólogo, ya cosmógrafo excelente, ya músico, ya inteligente en las materias de estado, y tal vez le vendrá ocasión de mostrarse nigromante, si quisiere» [*Quijote*, I, 47: 602]. La nigromancia y otras artes de hechicería fueron reprobadas por Pedro Ciruelo [1538: 35-50] en su *Reprobación de las supersticiones y hechicerías*. Covarrubias [1995: 778] señala, al hablar de la nigromancia, que esta y otras artes adivinatorias «están prohibidas por los sacros cánones, y últimamente por el santo Concilio Tridentino». En muchas ocasiones en el *Quijote* hay referencias a la astrología y a otros agüeros, lo que no quiere decir que su autor creyera en estas supersticiones o xorguinerías, como las llama Pedro Ciruelo [1538: 22]<sup>1</sup>. En otras obras Cervantes también incorpora episodios de este tipo, como la licantropía [*Persiles*, 91-92 y 133-135] o el viaje por los cielos en un manto, que hace Rutilo gracias a una hechicera que después se convertirá en lobo [*Persiles*, 90-91]<sup>2</sup>. Cervantes admitía la astrología, pero no a quienes la usaban sin haberla estudiado, y más si advertimos que, en su tiempo, el nombre de astrología incluía «lo que hoy es astronomía y meteorología, juntamente con la astronomía judiciaria propiamente dicha» [Castro, 1980: 101], aquella astronomía judiciaria que tal vez le hizo pensar a Sancho que los relinchos de Rocinante y los «suspiros» del rucio eran señales de buena suerte [*Quijote*, II, 8: 748], aunque tanto don Quijote como Sancho pensarán después que no hay que creer en los agüeros, pues «no se

---

<sup>1</sup> Covarrubias [1995: 208] escribe que a las brujas llaman jorguinias, «del jorguín o hollín que se les pega saliendo, como dicen salir, por los cañones de las chimeneas; y en tierra de Salamanca enjorguinar vale teñirse con el hollín de la chimenea».

<sup>2</sup> Mauricio, un personaje de la novela, considera que transformase un hombre en lobo «se ha de tener por mentira, y si algo hay, pasa en la imaginación y no realmente» [*Persiles*, 134]. Rutilo, «como cristiano bien enseñado, tenía por burlas todas estas hechicerías», y consideraba diablos a las hechiceras [Id, 90].

fundan sobre natural razón» [*Quijote*, II, 58: 1199] o «eran tontos todos aquellos cristianos que miraban en agujeros» [*Quijote*, II, 73: 1324]<sup>3</sup>.

Pero dejemos la astrología y otros agujeros y centrémonos en un episodio de la segunda parte del *Quijote*, en el que al caballero y al escudero les preparan un viaje al cielo, mas no en un manto, sino en un caballo de madera. Los viajes celestes fueron desde antiguo temas de la literatura [*Gran enciclopedia cervantina*, III: 2455]. En el *Libro de Alexandre* [2000: 549-552], por ejemplo, Alejandro hace que dos grifos hambrientos eleven hasta el cielo una cesta de cuero, en la que iba él, mediante el artificio de poner en la punta de una pértiga un trozo de carne; los grifos hambrientos intentaban en vano alcanzar la carne y, cuanto más lo intentaban, más altura cogían. Melchor de Santa Cruz [1943: 188] recoge en un gracioso apotegma que un extranjero mentía mucho, llegando a decir que había estado en diversos lugares de la tierra; uno, para burlarse de él, le dijo: «Luego usted bien habrá estado en la Cosmografía.»; y el extranjero, creyendo que era el nombre de alguna ciudad, respondió: «Señor, llegamos a vista de ella, pero dejámosla a mano derecha, porque íbamos de priesa». La tradición literaria de los viajes celestes pasa a Cervantes, como hemos visto en el *Persiles*, aunque en el episodio de Clavileño hará la parodia de esos viajes<sup>4</sup>.

La estancia de don Quijote y Sancho en el palacio de los duques es el episodio más largo de la obra. Convencidos estos de la realidad literaria de nuestros héroes, pues han leído sus aventuras de la primera parte, se dedicarán a montar complejas carnavaladas [Redondo: 1998: 422] para reírse del caballero y de su escudero. Si en el libro de 1605 don Quijote confundía la ficción con la realidad y Sancho le advertía de su error, en estos capítulos de la segunda parte van a ser unos personajes los que le creen la ficción con una sola finalidad: burlarse del hidalgo manchego. La

---

<sup>3</sup> El Maestro Ciruelo [1538: 49-50] también condenó estos agujeros: «... cuando en el cuerpo del hombre se hace algún movimiento puro natural, y se hace a deshora sin pensar el hombre en ello; así como toser, esternudar, tropezar y algunas veces saltan o suenan las juntas de los huesos. Y otras muchas cosas que proceden de algunos movimientos del cuerpo, los adevinos piensan que se hacen para denunciar a los hombres algunas cosas que les han de venir. Mas ninguna razón buena hay para decir esto, antes es muy clara vanidad y superstición diabólica».

<sup>4</sup> Sarah Finci [2008: 739-754] estudia el tema del vuelo celeste (motivo de muchas culturas, tanto en la mitología como en la religión y la literatura) y su influencia en el episodio de Clavileño, concluyendo que en este episodio Cervantes parodia esos viajes.

burla, por supuesto, también alcanzará a su escudero, aunque en estas aventuras, que no son tan espontáneas como las que les suceden por los caminos de la Mancha, da la sensación de que Sancho se da cuenta de la invención de los duques y, a veces, pasa de burlado a burlador, dejando a los nobles en una complicada situación, pues, si trataran de rebatir al bueno de Sancho, sus burlas quedarían al descubierto y don Quijote se daría cuenta de la falsedad de las aventuras que para él crearon los dueños del palacio [Redondo, 1998: 430]. Don Quijote vive estos hechos con seriedad; en cambio Sancho tomará parte activa en el juego hasta «trazar un paisaje ingenuo» en su descripción del viaje a lomos de Clavileño [Casalduero, 1975: 317].

Hay, además, en esta sección un cambio de actitud en la pareja protagonista de la novela. Don Quijote, que poco antes había descendido a la cueva de Montesinos, había visto en el fondo de la tierra «toda aquella máquina de aquellas soñadas invenciones que leía» [*Quijote*, I, 1: 42] en los libros de caballerías, mientras que ahora, en su viaje a los cielos, no ve absolutamente nada, cual si no se hubiera separado un palmo de la tierra, como así fue. Sancho, en cambio, no creará las visiones que su señor dijo ver en su viaje al interior de la tierra [*Quijote*, II: 23: 904], aunque él mismo verá otras semejantes en su viaje a los cielos, lo que hará decir a don Quijote que «o Sancho miente o Sancho sueña» [*Quijote*, II, 41:1054].

¿Mentira o sueño? Don Quijote achaca a Sancho lo mismo que a él le achacaron en su descenso a la cueva de Montesinos, de la que salió trayendo «cerrados los ojos, con muestras de estar dormido», y tuvieron que sacudirle y menearle hasta que se desperezó «bien como si de algún grave y profundo sueño despertara» [*Quijote*, II, 22: 891]. ¿Fue real o soñado todo lo que vio en la cueva? A veces los límites entre la ficción y la realidad son tan sutiles en el *Quijote* que llegan a desaparecer [Anaya, 2008: 20] y el mismo caballero parece advertirlo cuando, tras despertar, reprocha al primo del licenciado y a Sancho porque le han quitado «de la más sabrosa y agradable vida y vista que ningún humano ha visto ni pasado»; e incluso llega a afirmar que acaba «de conocer que todos los contentos desta vida pasan como sombra y sueño o se marchitan como la flor del campo» [*Quijote*, II, 22: 891]. Pero poco después, cuando don Quijote relata sus ensoñaciones, Sancho las pone en duda: «Pero perdóneme vuestra merced, señor mío, si le digo que todo cuanto aquí ha dicho, lléveme Dios, que iba a decir el diablo,

si le creo cosa alguna» [*Quijote*, II, 23: 900]. ¿Mintió don Quijote? El primo cree que no. Y el propio Sancho sabe que un caballero no puede mentir: fue el sabio Merlín u otros encantadores los que «le encajaron en el magín o la memoria toda esa máquina que nos ha contado y todo aquello que por contar le queda» [*Quijote*, II, 23: 901]. De nuevo ante los ojos del lector aparece la palabra *máquina*, con el significado de abundancia de cosas, como recoge el *Diccionario de Autoridades* [IV: 445], con una cita precisamente del *Quijote*. El propio Cide Hamete, cuando comenta el episodio de la cueva de Montesinos, considera que es poco verosímil, por lo que deja a criterio del lector su veracidad o falsedad, quedando bien claro que don Quijote no puede mentir, «siendo el más verdadero hidalgo y el más noble caballero de sus tiempos» [*Quijote*, II, 24: 905].

¿Y Sancho? Cuando cuenta lo que vio en su viaje sobre Clavileño, ¿mintió o dijo la verdad? No cabe duda de que el escudero quiere burlarse de los duques. Si estos han preparado al caballero y al escudero un viaje imposible, aquel no podrá contar nada, porque nada vio en ese viaje; en cambio Sancho les contará algo también imposible. El viaje a los cielos que les prepararon es una burla, y Cervantes así lo concibe: como una burla de los viajes celestes. El autor conocía bien la tradición literaria de estos viajes. En el *Orlando furioso*, uno de los libros citados en el *Quijote* y considerado como fuente de diversos episodios, se habla de un viaje a los cielos, hecho en un caballo alado. En el canto cuarto, cuando Bradamante busca a su amado Ruggiero, aparece por vez primera este caballo (hipogrifo):

Y vio [Bradamante] al posadero y a toda su familia asomados a las ventanas y a la puerta, con sus ojos fijos en el espacio como si contemplasen un eclipse o un cometa. Ella miró en la misma dirección y vio algo maravilloso y difícil de creer: divisó un gran caballo con alas que surcaba los aires montado por un jinete armado. Las alas del corcel eran grandes y de diverso colorido y la armadura del caballero tersa y luminosa; dirigía su vuelo hacia poniente y descendiendo un tanto desapareció tras las montañas; y según dijo el posadero —que decía la verdad—, se trataba de un nigromante que acostumbraba a pasar por allí con frecuencia, haciendo viajes más o menos lejanos. Unas veces elevaba su vuelo hasta las estrellas y otras pasaba rozando la tierra y se apoderaba de las hermosas mujeres que se encontraban por aquellas comarcas. Por este motivo, las míseras doncellas que poseían, o creían poseer alguna belleza, al ver que las arrebatava a todas, no se atrevían a salir durante el día [Ariosto, 1984: 107-108].

Tal vez Cervantes leyera el *Orlando furioso* en la edición de Valvassore [Castro, 1963: 219-221] o en las traducciones al español del capitán Jerónimo Jiménez de Urrea (1549)<sup>5</sup>, Hernando de Alcocer (1550), Nicolás de Espinosa (1555) o Diego Vázquez Contrera (1585), las dos primeras en verso [Ariosto, 1984: 68-69]. El caballo que aparece en esta obra, aunque no es de madera, tiene la propiedad de volar por los cielos; en realidad era «un ser viviente engendrado por una yegua y un grifo; tenía, como su padre, la pluma y las alas, la cabeza y las patas delanteras con garras; los miembros restantes eran iguales a los de su madre: llamábase hipogrifo» [Ariosto, 1984: 107]. Urrea traduce así a Ariosto:

Natural el caballo aquél traía  
que de yegua y de grifo era nacido:  
como el padre, la pluma y ala había,  
brazos, cabeza y pico así torcido.  
Lo demás, cual su madre lo tenía:  
llamábanle Hipogrifo y fue venido  
de los montes Rifeos y criado  
muy mucho más allá del mar helado [Ariosto, 1988: 38].

El nigromante, valiéndose de su magia, consiguió sacarlo de los apartados montes Rifeos y, tras un mes de duro trabajo, logró «hacerlo dócil al freno» y cabalgar sobre él «según su voluntad por la tierra, por los aires y por todas partes» [Ariosto, 1984: 109-110]. El hipogrifo protagonizará diversas aventuras. Cuando Bradamante vence al mago, este le dice: «aduénate de ese corcel que tan raudamente atraviesa los aires» [Ariosto, 1984: 112]. Un poco más adelante, cuando Ruggiero vuela en el caballo, sube tanto que apenas se le distingue: «Cuando hubo llegado a tanta altura que desde la tierra parecía un punto imperceptible...» [Ariosto, 1984: 114]. Este corcel es tan rápido que en él Ruggiero dio la vuelta al mundo [Ariosto, 1984: 194]. Como Clavileño, es tan maravilloso que hasta los curiosos se acercan a contemplar estupefactos el «extraño y maravilloso corcel, único en el mundo» [Ariosto, 1984: 197]. Cuando Ruggiero liberó a Angélica del monstruo marino, «se lanzó por los aires y atravesó velozmente el espacio, llevando sobre sus lomos al caballero y a la joven»

---

<sup>5</sup> Cervantes se refiere al *Orlando* en italiano, alabado por el cura, aunque el barbero dice no entenderlo, y a traducciones castellanas, como la del «señor capitán» [*Quijote*, I, 6: 87-88]. Cervantes critica las traducciones [Anaya, 2008: 49-50, n. 47].

[Ariosto, 1984: 200]. Como en el *Quijote* hay una bajada al centro de la tierra y una subida a los cielos, en el *Orlando* también Astolfo llega al centro de la tierra a lomos del «alado corcel» [Ariosto, 1984: 589] y después vuela por los aires hasta llegar a la cumbre de una montaña que creía «no distante del círculo de la luna» [Ariosto, 1984: 595].

Pero volvamos al texto de Cervantes. El viaje de Clavileño hará que Sancho cambie. No solo ve la realidad celeste, sino que, después del viaje, está dispuesto a cambiar el gobierno de la ínsula por otro celestial. Cuando el duque le otorga el gobierno de la ínsula, el escudero le dice:

Después que bajé del cielo, y después que desde su alta cumbre miré la tierra y la vi tan pequeña, se templó en parte en mí la gana que tenía tan grande de ser gobernador, porque ¿qué grandeza es mandar en un grano de mostaza, o qué dignidad o imperio el gobernar a media docena de hombres tamaños como avellanas, que a mi parecer no había más en toda la tierra? Si vuestra señoría fuese servido de darme una tantica parte del cielo, aunque no fuese más de media legua, la tomaría de mejor gana que la mayor ínsula del mundo [*Quijote*, II, 42: 1056].

¿Continúa Sancho con sus bromas? Parece que sí, pues el episodio se desarrolla en un ambiente carnavalesco y «Sancho cuenta socarronamente lo que ha observado durante el fingido viaje aéreo» [Redondo, 1998: 430]. La aventura ni siquiera la preparan los duques directamente, sino su mayordomo, y Cervantes la califica «del más gracioso y extraño artificio que puede imaginarse» [*Quijote*, II, 36: 1015]. La broma se desarrolla lentamente, como para que los señores y los mismos criados disfruten más. Incluso antes de que comience la carnavalada, hay una graciosa carta de Sancho a su mujer, en la que, entre otras cosas, se refiere a «un vestido verde de cazador que me dio mi señora la duquesa» [*Quijote*, II, 36: 1017]. El color verde se asocia con la locura, lo mismo que el color leonado, que es el color del gabán que vestirá Sancho cuando fue a la ínsula para ser gobernador [Redondo, 1998: 458]. Márquez Villanueva [1975: 221] considera que «la ropa de colorines era también distintiva del “loco” o de quien deseaba ser tenido por tal». Refiriéndose también al gabán, escribe:

Para el gabán mismo no se fijaba un color de *rigueur*, con tal de que fuese de tono chillón, pero los datos disponibles muestran una marcada preferencia por el verde y el rojo. Los datos reunidos por Barbara Swain atestiguan la

notable boga que, todavía en los primeros años del siglo XVII, alcanzaba en Francia la combinación detonante de verde y amarillo [Márquez, 1975: 223].

Varios refranes también atestiguan que el color verde no facilita la hermosura: Tras que la novia era tuerta, vistiose de verde [Correas, 2000: 788]; Vestíme de verde, / que es buena color, / como el papagayo / del rey, mi señor [Id, 811]; La que se viste de verde, en su hermosura se atreve [Id, 443] y Yo me era negre, y viestieronme de verde, con el siguiente comentario: «Opinión es que lo verde no ayuda nada a la hermosura, y menos en morenos y morenas» [Id, 827]. Al mismo tiempo, el verde se asocia con la mentira, según el refrán: No dice a todos lo verde, comentado así [Id, 562].: «Es: que no todos dicen verdad».

Con estos antecedentes, se presentará la aventura de Clavileño, comenzando por el anuncio de la venida de la condesa Trifaldi, dueña Dolorida o condesa Lobuna [*Quijote*, II, 37: 1019], algo que no le gusta a Sancho, pues «donde interviniesen dueñas no podía suceder cosa buena» [*Quijote*, II, 37: 1018]. La dueña Dolorida se dirige a los duques y demás personajes con diversos superlativos y luego se presenta a sí misma también con otros superlativos pedantes:

Confiada estoy, señor poderosísimo, hermosísima señora y discretísimos circunstantes, que ha de hallar mi cuitísima en vuestros valerosísimos pechos acogimiento, no menos plácido que generoso y doloroso, porque ella es tal, que es bastante a enternecer los mármoles y a ablandar los diamantes y a molificar los aceros de los más endurecidos corazones del mundo; pero antes que salga a la plaza de vuestros oídos (por no decir orejas), quisiera que me hicieran sabidora si está en este gremio, corro y compañía el acendradísimo caballero don Quijote de la Manchísima y su escuderísimo Panza [*Quijote*, II, 38: 1027].

Los superlativos, y más su acumulación y aplicación a sustantivos, producían un efecto cómico [Rosenblat, 1978: 190 y Lapesa: 1980: 396], y así lo advierte Sancho cuando responde a la dueña con términos parecidos, e incluso haciendo un superlativo de un verbo, comenzando el protagonismo que tendrá en todo el episodio:

—El Panza —antes que otro respondiese, dijo Sancho— aquí está y el don Quijotísimo asimismo, y así, podréis, dolorosísima dueñísima, decir lo que

quisieridísimis, que todos estamos prontos y aparejadísimos a ser vuestros servidorísimos [*Quijote*, II, 38: 1027]<sup>6</sup>.

La dueña Trifaldi expone su cuita: su señora, la reina Maguncia, del reino de Candaya, viuda del rey Archipiela, tiene una hija: la hermosa Antonomasia<sup>7</sup>, heredera del trono. La dueña Trifaldi crió y educó a la princesa, quien era tan hermosa que de ella se enamoraron muchos príncipes y también un caballero que tocaba la guitarra, era poeta y bailarín y hacía jaulas para pájaros<sup>8</sup>; este caballero, que no era otro que don Clavijo, empezó rindiendo a la Trifaldi para rendir después a la princesa. Conseguido su propósito, Antonomasia quedó embarazada, por lo que decide casarse con don Clavijo. El matrimonio causó tal disgusto a la reina Maguncia que, a los tres días, murió. Poco después aparece la primera noticia del caballo de madera:

[...] puesto sobre un caballo de madera pareció encima del sepulcro de la reina el gigante Malambruno, primo cormano de Maguncia, que junto con ser cruel

---

<sup>6</sup> En la intervención don Quijote no hay ningún superlativo; la dueña Dolorida, al responderle, tampoco los usa; pero vuelve a ellos en su diálogo con Sancho [*Quijote*, II, 38: 1028], como si el autor quisiera hacernos ver que Sancho, desde el primer momento, se da cuenta de que todo es fingido, por lo que responde a las bromas con otras bromas.

<sup>7</sup> Curtius [2004: 591-593] comenta el uso metafórico de los términos gramaticales y retóricos: «esta curiosidad estilística pasó al manierismo español del siglo XVII». En el *Quijote* [II, 36: 1020] se lee un poco antes que Trifaldín «llegó, pues, con el espacio y prosopopeya referida a hincarse de rodillas ante el duque». Comentando este término y el de antonomasia, escribe Curtius [Id, 593]: «El término *prosopopeya*, que originalmente designa una figura retórica, sufrió en español un interesante cambio de sentido: pasó a significar también ‘afectación de gravedad y pompa’ (Academia); en este sentido la emplea Cervantes en el *Quijote* (II, XXXVI), donde aparece después una princesa Antonomasia (II, XXXVII). Quizá debe verse en estos pasajes una protesta contra el manierismo de su tiempo». Riley [2001: 36] escribe que el nombre dado por la dueña Trifaldi a la princesa es «un término retórico que se refiere a un apelativo genérico: Antonomasia; lo que resulta a la vez bellamente adecuado y cómicamente melodioso [...]. Se trata de la Princesa de cualquier historia disparatada de caballerías».

<sup>8</sup> Don Quijote también sería capaz de hacerlas: «Yo te prometo, sobrina —respondió don Quijote—, que si estos pensamientos caballerescos no me llevasen tras sí todos los sentidos, que no haría cosa que no hiciese, ni curiosidad que no saliese de mis manos, especialmente jaulas y palillos de dientes» [*Quijote*, II, 6: 738], pues antes la sobrina le había dicho: «yo apostaré que si quisiera ser albañil, que supiera fabricar una casa como una jaula» [Id]. La sobrina parece referirse a una jaula para locos; don Quijote posiblemente a las jaulas para pájaros. Américo Castro [1980: 106] advierte que la curiosidad de don Quijote «da un quiebro cómico».

era encantador, el cual con sus artes, en venganza de la muerte de su cormana y por castigo del atrevimiento de don Clavijo y por despecho de la demasía de Antonomasia, los dejó encantados sobre la misma sepultura, a ella convertida en jimia de bronce, y a él en un espantoso cocodrilo de un metal no conocido [*Quijote*, II, 39: 1035].

Entre los dos amantes, el gigante dejó un escrito en el que se podía leer que Antonomasia y Clavijo no volverían a su antigua forma hasta que «el valeroso manchego» no peleara contra él. E incluso la maldición de Malambruno alcanzó a todas las dueñas de la corte, incluida la Trifaldi, a quienes les crecieron enormes barbas. Si don Quijote peleaba contra el gigante, las barbas caerían de las caras de las dueñas. La maldición del gigante solo puede acabarla la pureza del caballero [Casalduero, 1975: 315], quien, por supuesto, acepta el reto, un reto ridículo y carnavalesco desde el momento en que se incluye el corte de las barbas de las dueñas [Redondo, 1998: 426], como se recoge en el refrán: A la mujer barbuda, de lejos me la saluda; con dos piedras, que no con una [Correas, 2000: 19]. Pero un nuevo problema presenta —y resuelve— la dueña Dolorida: la distancia que hay desde el palacio de los duques hasta el reino de Candaya. De nuevo la burla aparece en las palabras de la dueña, pues por tierra dice que hay «cinco mil leguas, dos más o menos», en cambio, si se va por el aire, indica la distancia exacta: «tres mil y docientas y veinte y siete». ¿Cómo recorrer esa distancia? De nuevo aparece el caballo de madera, con sus cualidades y su historia:

Es también de saber que Malambruno me dijo que cuando la suerte me deparase al caballero nuestro libertador, que él le enviaría una cabalgadura harto mejor y con menos malicias que las que son de retorno<sup>9</sup>, porque ha de ser aquel mismo caballo de madera sobre quien llevó el valeroso Pierres robada a la linda Magalona, el cual caballo se rige por una clavija que tiene en la frente, que le sirve de freno, y vuela por el aire con tanta ligereza, que parece que los mismos diablos le llevan. Este tal caballo, según es tradición antigua, fue compuesto por aquel sabio Merlín; prestósele a Pierres, que era su amigo, con el cual hizo grandes viajes, y robó, como se ha dicho, a la linda Magalona, llevándola a las ancas por el aire, dejando embobados a cuantos desde la tierra los miraban; y no le prestaba sino a quien él quería o mejor se lo pagaba; y

---

<sup>9</sup> De alquiler: «Se llama tambien [retorno] el viage que hace la mula, caballo ù algun carruáge de alquiler, para volverse: de cuya ocasión se valen algunos para hacer su viage à menos costa» [*Autoridades*, V: 606].

desde el gran Pierres hasta ahora no sabemos que haya subido alguno en él. De allí le ha sacado Malambruno con sus artes, y le tiene en su poder, y se sirve dél en sus viajes, que los hace por momentos, por diversas partes del mundo, y hoy está aquí y mañana en Francia y otro día en Potosí; y es lo bueno que el tal caballo ni come<sup>10</sup> ni duerme ni gasta herraduras, y lleva un portante por los aires sin tener alas, que el que lleva encima puede llevar una taza llena de agua en la mano sin que se le derrame gota, según camina llano y reposado, por lo cual la linda Magalona se holgaba mucho de andar caballera en él [*Quijote*, II, 40: 1038-1039].

La dueña Dolorida confunde la historia de Pierres con la de Clamades<sup>11</sup>. Pierres y la linda Magalona se fugaron montados en sendos caballos [*La historia de la linda Magalona*: 316], mientras que Clamades y Clarmonda huyeron en un caballo de madera, hecho por el rey Cropardo, «en el qual avía dos clavijas de azero por las quales él se regía y lo hazían ir a donde querían» [*La historia del muy valiente y esforçado cavallero Clamades*: 622; vid. *Quijote*, T. II, Lecturas: 178-180]. El tema del caballo volador figuraba, pues, en las novelas caballerescas, y ahora Cervantes, por medio de los criados de los duques, hace su parodia [Riquer, 2003: 200]. Menéndez Pelayo [2008, I: 235-236] se refiere al origen oriental de la *Historia del muy valiente y esforzado caballero Clamades*, traducción de *Le livre de Clamades, filz du roy despaigne et de la belle Clarmonda*, impreso en Lyon hacia 1480. Esta obra francesa en prosa procede de un antiguo poema, *Li Roumans de Cleomades*, del trovero Adenet le Roi. Citando a Gastón París, Menéndez Pelayo considera la posibilidad de que la fuente de Adenet fuera española, pues se trata de un cuento árabe que pudo entrar por España o por Oriente. Es el cuento conocido como la *historia del caballo de madera*, «que tiene su paradigma en *el caballo mágico* de *Las mil y una noches*, y fue parodiado por Cervantes en el episodio de Clavileño»

---

<sup>10</sup> Correas [2000: 142] cita los refranes: Caballito de Bamba, que ni come, ni bebe, ni anda, y Caballo ajeno, ni come ni se cansa, con el siguiente comentario sobre este último: «Que no se tiene cuidado ni duelo del caballo ajeno, y ansí de otras cosas ajenas». En *La vida y hechos de Estebanillo* [1973, II: 25 y n. 5] también aparece «el caballito de Bamba».

<sup>11</sup> Ya en la primera parte se alude a este caballo, y también don Quijote parece confundir la historia de Pierres con la de Clamades cuando dice al canónigo: «Pues ¿quién podrá negar no ser verdadera la historia de Pierres y la linda Magalona, pues aun hasta hoy se vee en la armería de los reyes la clavija con que volvía al caballo de madera sobre que iba el valiente Pierres por los aires, que es un poco mayor que un timón de carreta?» [*Quijote*, I, 49: 619].

[Menéndez Pelayo, 2008, I: 236]. No debemos olvidar que Cervantes presenta a Cide Hamete como historiador arábigo y cuando dice que todos los árabes son «embelecadores, falsarios y quimeristas» [*Quijote*, II, 3: 704] quiere decir que son «magníficos escritores de ficción» [*El viaje maravilloso de Buluquiyā*: 12]. A pesar de las fuentes literarias, el episodio de Clavileño es una parodia e «ilustra la festiva técnica carnavalesca del mundo al revés» [Redondo, 1998: 424].

En *Las mil y una noches* se puede leer «La historia del caballo de ébano», que cuenta la bella Sahrazad entre la noche trescientas cincuenta y siete y la trescientas setenta y una [*Las mil y una noches*: 168-186]. En esencia, el relato es como sigue: un sabio persa regala al rey un caballo de marfil y de ébano<sup>12</sup>, sobre el cual se puede cabalgar al país que se quiera. El hijo del rey lo prueba y comprueba que se maneja con una clavija de subida y otra de bajada. En su viaje, el príncipe conoce a una bella princesa, hija del rey de Sana, y después de muchas peripecias, consigue casarse con ella, tras llevársela a la grupa del caballo. Por último, el rey destruye el caballo de ébano. Este caballo de ébano es muy parecido a Clavileño el Alífero: un caballo de leño que se maneja con una clavija y es muy ligero; además, también puede llevar a dos personas, una en la silla (el caballero) y otra en las ancas (en este caso el escudero, pues falta la doncella robada) [*Quijote*, II, 40: 1040-1041].

Cuando la dueña habla del caballo volador, Sancho es el que responde. Al principio, provocando la risa de todos, lo opone a la seguridad de su rucio: «Para andar reposado y llano, mi rucio, puesto que no anda por los aires; pero por la tierra, yo le cutiré<sup>13</sup> con cuantos portantes hay en el mundo» [*Quijote*, II, 40: 1039]. Luego Sancho se interesa por Clavileño, pero no desea subir en él: «Pardiez, yo no me pienso moler por quitar las barbas a nadie: cada cual se rape como más le viniere a cuento, que yo no pienso acompañar a mi señor en tan largo viaje» [*Quijote*, II, 40: 1041]. La

---

<sup>12</sup> Aunque también se dice que era de oro y de marfil [*Las mil y una noches*: 173].

<sup>13</sup> El *Diccionario de Autoridades* [II: 712] considera la palabra ya de poco uso, y significa combatir o contender con otro. El *Diccionario de la lengua española* [I: 721], además de esta acepción como anticuada, recoge también la de golpear algo con otra cosa (señalando que está en desuso), que ya aparecía en Covarrubias [1995: 385]. Aquí Sancho parece decir que pondrá a su rucio a competir con cualquier portante del mundo, entendiendo por portante caballería [*Diccionario de Autoridades*, V: 330].

Trifaldi le dice que su presencia es necesaria; pero Sancho, como advirtiendo la carnavalada a la que está asistiendo, parece deleitarse en réplicas y contraréplicas: si el caballero se ha de llevar la fama, ¿por qué debe cargar el escudero con el trabajo? Y otra excusa más: si los historiadores, cuando cuentan las aventuras, nunca se refieren a los escuderos sino a los caballeros, ¿por qué tiene que arriesgarse él? Y por si fuera poco, Sancho muestra su inquina hacia las dueñas: no tiene compasión de las mujeres barbudas, y menos si son dueñas. Tienen que ser la duquesa y el propio don Quijote los que convenzan a Sancho, aquella con sus ruegos y este con su mandato, incluso con un refrán: que Dios sufre a los malos, pero no para siempre<sup>14</sup>. Pero, incluso convencido y dispuesto a «acompañar a su señor hasta las últimas partes del mundo», el narrador nos quiere indicar lo grotesco de la aventura caballeresca, pues no se refiere a la liberación de los nobles amantes, sino a «quitar la lana de aquellos venerables rostros» [*Quijote*, II, 40: 1043], en donde el adjetivo *venerables* tiene un sentido irónico al aplicarlo a las dueñas, cuya virtud había quedado en entredicho por Sancho<sup>15</sup>.

Tras una larga expectativa, por fin en el capítulo cuarenta y uno de la segunda parte aparece Clavileño, traído a hombros por cuatro salvajes «vestidos todos de verde»<sup>16</sup>. Uno de ellos presenta un nuevo motivo: el caballero y el escudero, para no sufrir «váguidos» (es decir, mareos) tienen que cubrirse los ojos «hasta que el caballo relinche, que será la señal de haber dado fin a su viaje» [*Quijote*, II, 41: 1044]. Don Quijote reacciona con valentía ante la grotesca aventura, pues desea que la condesa Trifaldi y las otras dueñas queden «rasas y mondas». Para nada se refiera a la princesa

---

<sup>14</sup> Correas [2000: 230] recoge un refrán parecido, con dos variantes: Dios consiente, mas no siempre. Dios consiente, mas no para siempre. Cervantes, como en otras ocasiones, varía el refrán.

<sup>15</sup> El sentido irónico aumenta cuando Cervantes dice que aquellos rostros venerables están llenos de lana, pues cual más, cual menos, toda la lana es pelos [Covarrubias, 1995: 700], refrán que explica así Correas [2000: 192]: «Para decir que hay poca diferencia en cosas ruines, como lo dice el otro refrán: “En ruin ganado, poco hay que escoger”». Además *lana* tiene un sentido obsceno, según atestiguan diversos refranes recogidos por Correas: Juana, ¿en lo tuyo tienes lana? —Lana y vellocino, mas no por vos, h4d3d4; [o] mezquino [405]; Moza, guarda la lana, que oro mana [530]; Tres ducados dan por lo de nuestra ama, y cuatro por la lana; [o] por el co... de nuestra ama... [790]. Correas escribe algunos refranes en clave, sustituyendo las vocales por números.

<sup>16</sup> Recuérdese lo dicho antes sobre el color verde y la locura.

Antonomasía ni a su amado. Pero Sancho, a pesar de sus anteriores propósitos, insiste en su negativa, y no solo por temor a perder su ínsula:

[...] y si es que ese rapamiento no se puede hacer sin que yo suba a las ancas, bien puede buscar mi señor otro escudero que le acompañe, y esas señoras otro modo de alisarse los rostros, que yo no soy brujo, para gustar de andar por los aires.

El Maestro Pedro Ciruelo [1538: 22] también se refiere a estos viajes que hacen las brujas o «xorguinas», que «van por el aire, y en breve tiempo van a tierra, muy lexos y tornan presto diciendo las cosas que allá pasan». Creer en esto es superstición, y «todas las obras de las supersticiones vienen de los malos espíritus» [Id], como el caballo en el que Sancho no quiere emprender el vuelo, pues es obra de un encantador y el pobre escudero no quiere que le condenen por brujería. Mas en esta intervención de Sancho, como venimos repitiendo, hay siempre un doble sentido, como si realmente se diera cuenta del engaño perpetrado por los duques y su mayordomo. Por eso, ante esta nueva negativa, el duque tiene que prometerle una vez más el gobierno de la ínsula. Don Quijote, que desde la aventura de los batanes no vio a su escudero con tanto miedo, se aparta con él; pero, en vez de intentar calmarle, lo único que le pide es que se dé parte de los azotes que debe darse para desencantar a Dulcinea. Sancho le dice que no puede dárselos en ese momento, pues sería muy incómodo montar en el caballo de madera con las posaderas azotadas. Y así, con la promesa de la ínsula, Sancho accede al viaje. Vuelven, pues, ambos junto al caballo y suben en él: primero, don Quijote; luego, Sancho. El caballero saca un pañuelo de la faldriquera y pide a la dueña Dolorida que le cubra los ojos. Pero don Quijote se acuerda «del Paladión<sup>17</sup> de Troya, que fue un caballo de madera que los griegos presentaron a la diosa Palas», según sus lecturas de Virgilio<sup>18</sup>, y quiere ver

---

<sup>17</sup> En realidad, Paladión es el «nombre de una estatua de Palas, protectora de Troya» [Corominas, 1981, IV: 348], aunque era frecuente referirse con esta palabra al caballo de Troya: «Estábase entre algunos tratando de la ceguedad de los Troyanos, pues metieron en su ciudad el caballo griego, sin recelar su perdición. “También —respondió— meten dos o tres veces cada año la jaula de los toros en Madrid, y para los hombres que matan es tan Paladión como el de Troya”» [Rufo, 1972: 40]. Juan de Mena [1973: 50 y nota 86 e] también llama Paladión al caballo, «porque era don de Palas», anota el Brocense.

<sup>18</sup> El texto que recuerda don Quijote pertenece a *La Eneida*, II, 15-20: «Fracti bello fatisque repulsi / ductores Danaum tot iam labentibus annis, / instar montis equum divina Palladis arte /

lo que tiene Clavileño en su interior, lo que sería descubrir el juego que le han preparado. El caballo de Troya se construyó por inspiración de Palas, pero no fue ofrecido a ella, como dice don Quijote. Covarrubias [1995: 219] señala que el caballo es símbolo de la guerra.

La Dolorida convence a don Quijote de que nada hay en el interior de Clavileño, y el caballero sube en el caballo y tienta la clavija «que fácilmente se rodeaba; y como no tenía estribos<sup>19</sup> y le colgaban las piernas, no parecía sino figura de tapiz flamenco, pintada o tejida, en algún romano triunfo». Si ridícula se presenta la figura del caballero, no menos es la del escudero: al subir en las ancas, «las halló algo duras y nonada blandas», por lo que pide un cojín; como nada se puede poner en Clavileño, la condesa Trifaldí le dice que puede ir «a mujeriegas», lo que hizo Sancho para más comodidad, aunque no perdió el miedo y continuó quejándose y hasta llorando, temiendo dar con sus huesos en Peralvillo [*Quijote*, II, 31: 1048-1049], lugar próximo a Ciudad Real, en donde la Santa Hermandad ajusticiaba a los malhechores [*Quijote*, 1962, vol. VII: 79, nota 11], tras juicios poco fiables, según refiere el refrán: La justicia de Peralvillo, que después de ahorcado el hombre, le leen la sentencia [Correas, 2000: 423] y la frase [Id: 1101]: Véaste como otros en Peralvillo, que Correas comenta: «Pulla y maldición, por: ahorcado de la Hermandad».

Cubiertos los ojos de los protagonistas, don Quijote tienta la clavija y todos los presentes despiden a los viajeros. El caballero, al pedir cuidado a Sancho para que no se bambolee, pues su caída será peor «que la del atrevido mozo que quiso regir el carro del Sol su padre» [*Quijote*, II, 41: 1049], alude a otro viaje celeste también famoso: el viaje de Faetonte, hijo del Sol, a quien su padre le permitió una vez conducir su carro; aterrorizado al contemplar los animales que representan los signos del Zodíaco, descendió tanto que casi incendia la Tierra; luego subió tan alto que los astros se quejaron a Zeus, por lo que este le derribó con su rayo [Grimal, 1981: 191; Ruiz de Elvira, 1975: 491-492]. Si don Quijote admite la ficción y piensa en los mitos, Sancho parece darse cuenta de la verdad: «¿cómo

---

aedificant, sectaque intexunt abiete costas; / votum pro reditu sumalant; ea fama vagatur» [Virgilio, 1983: 279].

<sup>19</sup> Caballo que vuela, no ha menester espuela. Caballo que vuela, no quiere espuela [Correas, 2000: 143].

dicen éstos que vamos tan altos, si alcanzan acá sus voces y no parecen sino que están aquí hablando junto a nosotros?». Don Quijote trata de explicar lo inexplicable: estas cosas que les pasan «van fuera de los cursos ordinarios» y el caballo vuela tan bien que «no parece sino que no nos movemos de un lugar». Pero Sancho no le cree, pues siente un «viento tan recio, que parece que con mil fuelles me están soplando». Y el narrador se inclina hacia él, pues inmediatamente podemos leer: «Y así era ello, que unos grandes fuelles le estaban haciendo aire» [*Quijote*, II, 41: 1050]. La carnalada llega a su final cuando «por la cola de Clavileño le pegaron fuego con unas estopas, y al punto, por estar el caballo lleno de cohetes tronadores, voló por los aires un estraño ruido y dio con don Quijote y con Sancho Panza en el suelo medio chamuscados» [*Quijote*, II, 41: 1051]. Ambos se dan cuenta de que están en el mismo jardín de donde partieron. Y ven una lanza clavada en el suelo y un pergamino pendiente «de dos cordones de seda verde»; el manuscrito decía que Malumbruno se daba por satisfecho, por lo que don Quijote acabó, con solo intentarla, felizmente su aventura, como si el heroísmo residiera solo en la voluntad [Casalduero, 1975: 313-314]. En efecto, desaparecen las barbas de los rostros de las dueñas, y don Clavijo y doña Antonomasia vuelven a «su prístino estado». Y hay algo más, que don Quijote interpreta como el desencanto de Dulcinea: «cuando se cumpliere el escuderil vúpulo, la blanca paloma se verá libre de los pestíferos girifaltes que la persiguen y en brazos de su querido arrullador» [*Quijote*, II, 41: 1052].

Cuando la aventura parece acabada, Sancho volverá a recobrar el protagonismo contando lo que vio en su viaje a los cielos. Las burlas no lo son si no se habla de ellas, y es lo que hace la duquesa al preguntar a Sancho por el viaje; este la responde con socarronería, pues, si la duquesa se burla de él con sus preguntas, él se burlará de ellas con sus respuestas [Redondo, 1998: 439-452]. En primer lugar le dice que se descubrió un poco los ojos y miró desde lo alto la tierra, «y pareciome que toda ella no era mayor que un grano de mostaza<sup>20</sup>, y los hombres que andaban sobre ella,

---

<sup>20</sup> Recuerdo de la parábola del grano de mostaza: Mt, 13, 31-32, Mc, 4, 30-32, Lc, 18-19. Véase Américo Castro [1966: 112]. Sancho inventa tantas cosas que los duques burladores quedan burlados [Torrente Ballester, 2004: 185-198]. La pequeñez de la tierra, contemplada desde el cielo, aparece en diversos textos; en *El Crótalon* [172-173], atribuido a Cristóbal de Villalón, donde también hay un viaje al cielo, leemos: «Y, toda junta, la Tierra es tan pequeña

poco mayores que avellanas» [*Quijote*, II, 41: 1053]. Se suceden las réplicas y contrarréplicas, aunque Sancho siempre parece imponerse sobre la duquesa, a veces acudiendo a la explicación del encantamiento que aprendió de su señor en la primera parte. Por fin relata el viaje celeste con tal desparpajo que la burla aparece con gran claridad:

Y sucedió que íbamos por parte donde están las siete cabrillas, y en Dios y en mi ánima que como yo en mi niñez fui en mi tierra cabrerizo, que así como las ví, me dio una gana de entretenerme con ellas un rato, que si no la cumpliera me parece que reventara. Vengo, pues, y tomo y ¿qué hago? Sin decir nada a nadie, ni a mi señor tampoco, bonita y pasitamente me apeé de Clavileño y me entretuve con las cabrillas, que son como unos alhelfes y como unas flores, casi tres cuartos de hora, y Clavileño no se movió de un lugar ni pasó adelante [*Quijote*, II, 41: 1054].

El duque tiene que interrumpir bruscamente la narración de Sancho para preguntar al caballero. ¿Qué hizo durante esos tres cuartos de hora don Quijote? Su respuesta será muy distinta a la del escudero; incluso pone en tela de juicio lo que acaba de decir:

Como todas estas cosas y estos tales sucesos van fuera del orden natural, no es mucho que Sancho diga lo que dice. De mí sé decir que ni me descubrí por alto ni por bajo, ni ví el cielo ni la tierra, ni la mar ni las arenas. Bien es verdad que sentí que pasaba por la región del aire y aun que tocaba a la del fuego, pero que pasásemos de allí no lo puedo creer, pues estando la región del fuego entre el cielo de la luna y la última región del aire, no podíamos llegar al cielo donde están las siete cabrillas que Sancho dice sin abrasarnos; y pues no nos asuramos, o Sancho miente o Sancho sueña [*Quijote*, II, 41: 1054].

Pero Sancho ni miente ni sueña: «si no, pregúnteme las señas de las tales cabras, y por ellas verán si digo verdad o no». Y es la duquesa la que le pide que dé esas señas. «Son —respondió Sancho— las dos verdes, las dos encarnadas, las dos azules, y la una de mezcla». Ante esta nueva insolencia del escudero, el duque interviene de nuevo y le replica que cabras de esos colores no hay en sus tierras. No se amedrenta Sancho, porque alguna diferencia tiene que haber entre las cabras del cielo y las de la tierra.

---

que, si la mirasen de acá abajo, fija en el cielo, no la verían», mientras que los hombres «Parecían una gran multitud de hormigas que tienen la cueva junto a unos campos de mieses».

Y el duque vuelve a la carga, cada vez con más agresividad, preguntándole si vio «entre esas cabras algún cabrón». La respuesta, aunque enigmática, no deja de ser rotunda: «No, señor —respondió Sancho—, pero oí decir que ninguno pasaba de los cuernos de la luna<sup>21</sup>» [*Quijote*, II, 41: 1055]. El relato del viaje celeste se interrumpe bruscamente tras estas pullas, pues los duques han sido burlados por el ingenio de Sancho. El narrador simplemente se limita a decir: «No quisieron preguntarle más de su viaje, porque les pareció que llevaba Sancho hilo de pasearse por todos los cielos y dar nuevas de cuanto allá pasaba sin haberse movido del jardín». Al final del capítulo, don Quijote dice al oído de Sancho: «Sancho, pues vos queréis que se os crea lo que habéis visto en el cielo, yo quiero que vos me creáis a mí lo que vi en la cueva de Montesinos; y no os digo más» [*Quijote*, II, 41: 1055].

Comentemos algunos rasgos y expresiones del final del episodio. Cuando Sancho habla de las siete cabrillas, se está refiriendo a la constelación Pléyades<sup>22</sup>, como anota Rodríguez Marín en su edición del *Quijote* [1962: 89]: «Llaman vulgarmente *las siete cabrillas*, a la constelación dicha *las pléyades*, del nombre de su madre la ninfa Pleyone, según la fábula mitológica». Aunque la mitología ofrece varias versiones, la más general es que las Pléyades eran las siete hijas del gigante Atlante y de Pléyone. El cazador Orión se enamoró de ellas y las persiguió durante cinco años, hasta que fueron transformadas en palomas. Zeus se apiadó y las convirtió en estrellas. Sus nombres eran Taigete, Electra, Alcíone, Astérope, Celeno, Maya y Mérope. Todas se casaron con dioses, menos Mérope, que lo hizo con Sísifo, de lo que después se avergonzó; por eso la estrella que lleva su nombre es la menos brillante [Grimal, 1981: 435]. Pero el tema de las cabrillas pertenece también al folclore. Correas [2000: 453] recoge un refrán y lo explica: «Las Cabrillas se ponían, / La Cayada ya empinaba, / las

---

<sup>21</sup> Juego de palabras entre cabra y cabrón. Cabra «significa la ramera, así por su mal olor y su lascivia en el ayuntarse con el cabrón, como por ir royendo los pimpollos verdes y tiernos, abrasando todo lo que ha tocado con la boca; tal es el estrago que hace la mala mujer en los mozos poco experimentados, gastándoles la hacienda, la salud y la honra» [Covarrubias, 1995: 225]. Cabrón, que es símbolo de la lujuria, «vale lo mismo que cornudo» [Id, 227]. El sentido del texto no está claro; Redondo [1998: 447-452] señala la posible alusión a los duques de Villahermosa.

<sup>22</sup> Covarrubias [1995: 226] dice que las cabrillas es «una constelación de siete estrellas en la rodilla del toro», llamada las Pléyades.

ovejás de una puta / no quieren tomar majada. La Ursa, o Carro, toma por “cayada”, o “cañada”, que empuja el tirante como carreta; y si quieres, el “bordón de Santiago” por “cayada”»<sup>23</sup>. Este refrán era el comienzo de alguna versión antigua del romance de *La loba parda*, parecido al de algunas versiones modernas, como la de Bercimuel (Segovia), recogida por Menéndez Pidal en 1905 [*Romancero*, 1978: 130]:

Las cabrillas ya van altas    la luna va revelada;  
las ovejas de un cornudo    no paran en la majada<sup>24</sup>.

El viaje de don Quijote y Sancho en Clavileño es una parodia de los viajes celestes que tanto aparecen en la literatura [Finci, 2008: 745], desde los vuelos mitológicos de Ícaro o Faetonte hasta el caballo alado Pegaso (modelo para el hipogrifo del *Orlando*). Pero Cervantes, al hacer la parodia de estos viajes, crea un caballo de madera que se mueve con una clavija, como el caballo de ébano de *Las mil y una noches*, aunque también está presente el recuerdo del caballo de madera que creó el ingenioso Ulises para conquistar Troya. El caballo que vuela por los cielos no se mueve del jardín, pues es una broma que gastan los duques al caballero y a su escudero. Pero este, que parece intuir todo el complot desde el comienzo, continúa la burla y es capaz de explicar lo que vio en su maravilloso viaje, dejando a los burladores burlados. Él, como su señor, cayó del caballo entre las risas de los duques y sus sirvientes. Pero al final todos tuvieron que callar, porque las explicaciones de Sancho eran cada vez más intensas y disparatadas. ¿Eran ellos los locos de los que había que burlarse? Tal vez los locos fueran los mismos duques, como locas eran las cabrillas que Sancho vio en el cielo, o si no ahí están sus señas: «las dos verdes, las dos encarnadas, las

---

<sup>23</sup> Otro refrán con su explicación: «Cuando las Cabrillas se ponen a hora de cena, tiempo es de tornarse el pastor a su tierra. Esto es: por abril, cuando el sol está en el sino de Tauro» [Correas, 2000: 203]. Si los pastores vuelven a su tierra cuando aparecen las Cabrillas, también el labrador contempla esa constelación para empezar o acabar sus faenas: «Al surgir las Pléyades, descendientes de Atlas, empieza la siega; la labranza, cuando se oculten. Desde ese momento están escondidas durante cuarenta noches y cuarenta días y de nuevo al completarse el año empiezan a aparecer cuando se afila la hoz» [Hesfódo, 2000: 84].

<sup>24</sup> Véase también Redondo [1998: 452] y *Romancero* [1978: 17-19]. Una versión de Navalpino (Ciudad Real), recogida en 1981, comienza así: Estando yo en la mi choza / pintando la mi cayada, // las cabrillas altas iban / y la luna rebajada. [Anaya, 2002: 59].

dos azules, y la una de mezcla», los colores que simbolizan la locura [Redondo, 1998: 446 y 456].

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ANAYA FLORES, J. [2002]: «Tradiciones populares en los pueblos monteños de la provincia de Ciudad Real», *Revista de estudios monteños*, 100 (2002), pp. 55-84
- [2008]: «Los versos preliminares del *Quijote* y la ficción cervantina», *Cuadernos de estudios manchegos*, 32 (2008), pp. 17-74.
- ARIOSTO, L. [1984]: *Orlando furioso*, ed. M.<sup>a</sup> Desamparados Cabanes Pecourt, Madrid, Editora Nacional.
- ARIOSTO, L. [1988]: *Orlando furioso*, trad. Jerónimo [Jiménez] de Urrea, ed. Francisco José Alcántara, Barcelona, Planeta.
- Biblia de Jerusalén* [1975], Bilbao, Desclée de Brouwer.
- CASALDUERO, J. [1975]: *Sentido y forma del Quijote*, 4.<sup>a</sup> ed., Madrid, Ínsula.
- CASTRO, A. [1963]: *Hacia Cervantes*, Madrid, Taurus.
- [1966]: *Cervantes y los casticismos españoles*, 2.<sup>a</sup> ed, Madrid-Barcelona, Alfaguara.
- [1980]: *El pensamiento de Cervantes*, nueva edición ampliada y con notas del autor y de Julio Rodríguez-Puértolas, Barcelona, Noguer.
- CERVANTES, M. de [1962]: *El ingenioso hidalgo don Quijote de la Mancha*, ed. Francisco Rodríguez Marín, vol. VII, Madrid, Espasa-Calpe.
- [1978]: *Los trabajos de Persiles y Sigismunda*, ed. Juan Bautista Avalle-Arce, Madrid, Castalia.
- [2004]: *Don Quijote de la Mancha*, ed. del Instituto Cervantes, dirigida por Francisco Rico, Barcelona, Galaxia Gutenberg-Círculo de Lectores, 2 vols. Citamos por esta edición.
- CIRUELO, P. [1538]: *Reprobación de las supersticiones y hechicerías*, ed. facsímil, Madrid, Maxtor, 2005.
- COROMINAS, J y PASCUAL, J. A. [1980-1991]: *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico*, Madrid, Gredos, 6 vols.

- CORREAS, G. [2000]: *Vocabulario de refranes y frases proverbiales (1627)*, ed. L. Combet, revisada por R. Jammes y M. Mir-Andreu, Madrid, Castalia.
- COVARRUBIAS OROZCO, S. [1995]: *Tesoro de la lengua castellana o española*, ed. Felipe C. R. Maldonado, revisada por Manuel Camarero, 2.<sup>a</sup> ed., Madrid, Castalia.
- CURTIUS, E. R. [2004] : *Literatura europea y Edad Media latina*, México, Fondo de Cultura Económica, 2 vols. de paginación continuada.
- El Cróton* [1973], ed. Augusto Cortina, 3.<sup>a</sup> ed., Madrid, Espasa-Calpe (Col. "Austral", 264). El editor indica que el autor es Cristóbal de Villalón.
- El viaje maravilloso de Buluquiyāa a los confines del universo* [2004], ed. Luce López-Baralt, Madrid, Trotta.
- FINCI, S. [2008]: «Clavileño y la tradición de los viajes celestes», en *Cervantes y las religiones. Actas del coloquio internacional de la asociación de cervantistas (Universidad hebrea de Jerusalén, Israel, 19-21 de diciembre de 2005)*, ed. Ruth Fine y Santiago López Navia, Madrid, Editorial Iberoamericana, pp.739-754.
- Gran enciclopedia cervantina*, vol. III [2006], dirigida por Carlos Alvar, Madrid, Castalia
- GRIMAL, P. [1981]: *Diccionario de mitología griega y latina*, Barcelona, Paidós.
- HESÍODO [2000]: «Trabajos y días», en *Obras y fragmentos. Teogonía. Trabajos y días. Escudo. Fragmentos. Certamen*, trad. Aurelio Pérez Jiménez y Alfonso Martínez Díez, Madrid, Gredos.
- «La historia de la linda Magalona, fija del rey de Nápoles, y del muy esforçado cavallero Pierres de Provença, fijo del conde de Provença, y de las fortunas y trabajos que passaron» [1995], en *Historias caballerescas del siglo XVI*, ed. Nieves Baranda, vol. II, Madrid, Turner, , pp. 285-345.
- «La historia del muy valiente y esforçado cavallero Clamades, hijo del rey de Castilla, e de la linda Clarmonda, hija del rey de Tuscana» [1995], en *Historias caballerescas del siglo XVI*, ed. Nieves Baranda, vol. II, Madrid, Turner, pp. 619-659.
- La vida y hechos de Estebanillo González, hombre de buen humor, compuesta por él mismo* [1973], ed. Juan Millé y Jiménez, Madrid, Espasa-Calpe, 2 vols.
- LAPESA, R. [1980]: *Historia de la lengua española*, 8.<sup>a</sup> ed., Madrid, Gredos.

- Las mil y una noches* [2005], trad. Juan Vernet, tom. II, Barcelona, Galaxia Gutenberg-Círculo de lectores.
- Libro de Alexandre* [2000]: ed. Jesús Cañas, 3.ª ed., Madrid, Cátedra.
- MÁRQUEZ VILLANUEVA, F. [1975]: *Personajes y temas del Quijote*, Madrid, Taurus.
- MENA, J. [1973]: *El laberinto de Fortuna o Las trescientas*, ed. José Manuel Blecua, Madrid, Espasa-Calpe.
- MENÉNDEZ PELAYO, M. [2008]: *Orígenes de la novela*, Madrid, Gredos, 2 vols.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [1964]: *Diccionario de Autoridades*, ed. facsímil, Madrid, Gredos, 3 vols. El vol. I contiene los tomos I (A-B) (1726) y II (C) (1729); el vol. II, los tomos III (D-E-F) (1732) y IV (G-H-I-J-K-L-M-N- [Ñ]) (1734); y el vol. III, los tomos V (O-P-Q,R) (1737) y VI (S-T-[U]-V-X-Y-Z) (1739).
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [2001]: *Diccionario de la lengua española*, 22.ª ed., Madrid, Espasa Calpe, 2 vols.
- REDONDO, A. [1998]: *Otra manera de leer el Quijote. Historia, tradiciones culturales y literatura*, 2.ª ed., Madrid, Castalia.
- RILEY, E. C. [2001]: *La rara invención. Estudios sobre Cervantes y su posterioridad literaria*, Barcelona, Crítica.
- RIQUER, M. de [2003]: «Aproximación al Quijote», en *Para leer a Cervantes*, Barcelona, Acantilado, pp. 9-281.
- Romancero tradicional de las lenguas hispánicas (español-portugués-catalán-sefardí)*. IX. *Romancero rústico* [1978], ed. Antonio Sánchez Romeralo, Madrid, Gredos.
- ROSENBLAT, Á. [1978] *La lengua del «Quijote»*, Madrid, Gredos.
- RUFO, J. [1972]: *Las seiscientas apotegmas y otras obras en verso*, ed. Alberto Blecua, Madrid, Espasa-Calpe.
- RUIZ DE ELVIRA, A. [1975]: *Mitología clásica*, Madrid, Gredos.
- SANTA CRUZ, M. de [1943]: *Floresta española de apotegmas*, Madrid, Atlas.
- TORRENTE BALLESTER, G. [2004]: *El Quijote como juego y otros trabajos críticos*, Barcelona, Destino.
- VIRGILIO [1983]: *Eneida II*, ed. Víctor José Herrero, Madrid, Gredos.



## DE LA ARMONÍA DEL UNIVERSO A LA ARMONÍA EN LA NATURALEZA Y EL ARTE

M<sup>a</sup> Covadonga Aroca Jiménez  
Departamento de E.P.V.

“La imaginación es más importante  
que el conocimiento” (Albert Einstein)

### PRÓLOGO

No muy lejos de aquí -lo que supondría apenas una hora de camino en coche- se encuentra un lugar desde el cual nuestro mundo ofrece una vista absolutamente diferente; un lugar dominado por el vacío pero que a la vez alberga fenómenos de gran belleza, un lugar que representa desde tiempos inmemoriales los anhelos del hombre por surcar la última frontera que nos limita: el espacio exterior.

En ese vacío de extensión infinita pueden hallarse algunas de las formas más hermosas e intrigantes que haya podido contemplar la humanidad, formas que, para nuestro asombro, se hallan tan íntimamente ligadas a la matemática, la geometría o a la propia morfología de nuestros cuerpos, que han dado lugar con el tiempo a una de las más interesantes cuestiones discutidas en la historia del arte.

Las galaxias, los sistemas que las pueblan y las múltiples manifestaciones de fenómenos estelares, como nebulosas o agujeros negros se han presentado ante nosotros hasta ahora como elementos de estudio exclusivo en determinadas disciplinas científicas, desde las matemáticas y la física a la astronomía. Pero pudiera ser que se hallen mucho más cercanos a nuestra experiencia cotidiana de lo que pensamos, e incluso que puedan introducirnos a una explicación inesperada sobre aspectos de nuestro entorno y nuestra cultura que difícilmente habríamos podido imaginar.

La fascinante pregunta que motiva el desarrollo de este texto es: ¿podría existir algún tipo de regla universal capaz de ordenar el desarrollo

de los fenómenos estelares citados y que pueda a la vez explicar, no sólo aspectos biológicos relacionados con las criaturas de la Tierra, sino además cuestiones tocantes al mundo de las artes y a la creación de un ideal de belleza total?

El estudio que a continuación se presenta profundizará en un pequeño viaje que, partiendo del cosmos que nos rodea, se plantea algunas cuestiones sobre el universo y las posibles normas que lo articulan, como muestra de la fascinación que desde siempre la humanidad sintió al mirar las estrellas. También tratará de exponerse cómo la observación y estudio del cosmos ha propiciado toda una serie de filosofías y corrientes de pensamiento que han terminado por hallar relaciones entre aquel y el minúsculo universo que organiza la estructura de los seres vivos.

## PITÁGORAS O LA ARMONÍA DEL COSMOS

Si alguien nos pidiese ahora dibujar una estrella, lo más probable es que la figura final resultase ser un pentagrama. Hoy sabemos que el peculiar centelleo de las estrellas que provoca la ilusión de sus puntas no es más que un efecto de la visualización de aquellas a través de la atmósfera terrestre. Pero fue precisamente al intentar representarlas mediante figuras geométricas simples como los humanos hallaron el pentagrama y toda una serie de misterios matemáticos encerrados en su interior.

¿Acaso no sería momento de preguntarnos ahora como es que las estrellas han pasado con el tiempo a simbolizar la excelencia, la calidad, el éxito o la autoridad, hallándose presentes en lugares tan dispares como banderas, hoteles o marcas publicitarias?

Arrojaremos un poco de luz volviendo la vista al pasado de las civilizaciones clásicas: Pitágoras, nacido alrededor del 570 a.C. en Samos, y habiendo sido formado presumiblemente por Tales de Mileto, es un personaje revestido del mayor atractivo para este estudio, pues en él se conjugan todos los factores que contribuyen al nacimiento de una leyenda, incluidos sus numerosos viajes, la falta de biografías fiables o la creencia por parte de sus seguidores de haber encontrado al mismísimo hijo del dios Apolo. Su influencia y corriente de pensamiento fueron el origen de una

sociedad secreta, los pitagóricos, que hoy en día tacharíamos sin duda como a una secta de entregados semimísticos, cumplidores de excéntricas rutinas y que han adquirido fama posterior por su papel en el desarrollo de las matemáticas aplicadas al concepto del orden, ya sea orden musical, orden ético o el orden cósmico.

La tradición nos habla de Pitágoras como descubridor de las notas armónicas de la escala musical, ya que descubrió que los intervalos musicales y el tono de las notas correspondían a las longitudes relativas de cuerdas vibrantes. Encontró que sólo algunas de las combinaciones al dividir una cuerda en enteros consecutivos producían sonidos agradables y que tales consonancias se hallaban en cuerdas con longitudes cuya proporción marcaban números enteros muy concretos, como 1:1, 1:2, 2:3 ó 3:4.

Animados por tan extraordinarios hallazgos –fuente, por otra parte, para la base del desarrollo avanzado de los intervalos musicales del siglo XVI– los pitagóricos se preguntaron si los números no tendrían igualmente la clave para la expresión e interpretación de todo el cosmos, concluyendo así que el universo entero debía sus características a una concreta formulación numérica y derivando finalmente en una visión del mundo basada en la admiración extrema por los *arithmos* y su supuesto papel en la creación de todo lo conocido. Como fruto de la cual nació el concepto de la “armonía de las esferas”. No debemos olvidar en este punto que el concepto de *armonía* procedente del griego significa “acuerdo” o “concordancia” y es precisamente este afán de hallar una razón que interconecte a los diferentes elementos del cosmos el punto de arranque de una investigación matemática que aportará resultados insospechados al conocimiento del hombre y su entorno.

De manera que, conectando con el inicio de esta sección, hallamos que los pitagóricos utilizaban como símbolo de su hermandad el pentagrama, una figura directamente relacionada con el cosmos, las estrellas y con el pentágono regular. Como se muestra en la Figura 1, partiendo de un pentágono cuyos vértices se hallan conectados mediante diagonales, se obtiene la imagen del pentagrama. Pero tales diagonales forman también en el centro un pentágono menor. Se trata de una sucesión que podemos repetir hasta el infinito y una interesante propiedad que no supera a la principal

característica de esta figura: si disponemos sus segmentos en orden de longitud decreciente (marcados en la figura: a, b, c, d, e, f), podemos comprobar que todo segmento es menor que el anterior por un factor igual a una medida llamada la Proporción Áurea, una medida a cuya revisión se dedicarán los siguientes apartados.

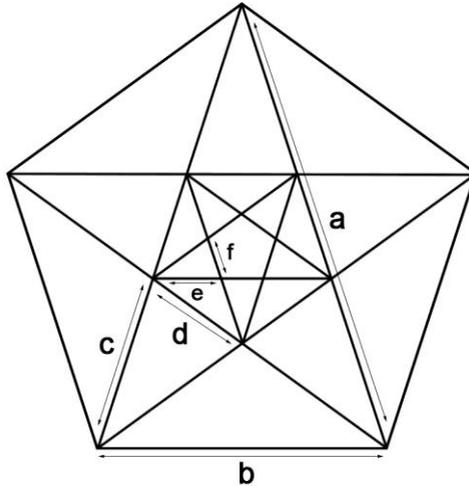


Figura 1

## PHI. UN NÚMERO PARA EXPLICAR UN UNIVERSO

Habitualmente hablamos de proporción para describir una relación de armonía entre diferentes elementos, o bien para hablar de una comparación entre las partes de las cosas en relación con el tamaño o la cantidad. En matemáticas, sin embargo, la proporción describe una igualdad, como veremos a continuación. La Proporción Áurea resulta ser una mezcla de ambas definiciones, aportando su aplicación destacadas cualidades armónicas que le han sido atribuidas a lo largo de la historia por artistas y filósofos, y sobre las cuales ofrecemos este estudio que nos permitirá comprender mejor su relación con las teorías que trataron de explicar el cosmos, a la vez que apreciar sus diversas manifestaciones.

La primera definición precisa de lo que más tarde llegaría a ser la Proporción Áurea fue presentada alrededor del año 300 a.C. por Euclides de Alejandría con estas palabras:

“Se dice que un segmento está dividido en media y extrema razón cuando el segmento total es a la parte mayor como la parte mayor es a la menor”.

En consecuencia, y observando la Figura 2, la proporción de la longitud AC con relación a la longitud CB es la misma que la existente entre AB y AC. Así pues, la línea AB ha sido cortada en media y extrema razón o lo que es igual, en Proporción Áurea.



Figura 2

En la nomenclatura matemática hallamos que el símbolo habitual para la Proporción Áurea era la letra griega tau ( $\tau$ ), sin embargo, a principios del siglo XX, el matemático estadounidense Mark Barr le dio a la proporción el nombre de Phi (que pronunciamos “Fí”) en referencia a la primera letra griega ( $\Phi$ ) del nombre de Fidias, el gran escultor griego que participó en la creación del Partenón.

Barr decidió honrarle de esta manera al hallar que los estudios en historia del arte del momento sostenían la aplicación frecuente y meticulosa de Phi por parte de dicho escultor en sus obras. Sin embargo, al hablar de este sistema de proporciones podemos encontrar por igual los siguientes nombres: número de oro, división armónica, razón áurea, número dorado, media áurea, proporción áurea y divina proporción, entre los más frecuentes.

Pero, ¿cuál es el valor exacto de  $\Phi$ ?, si volvemos a la Figura 2, tomando el segmento CB como unidad y el segmento AC como  $x$  unidades,

tenemos que la proporción de  $x$  a 1 es la misma que la de  $(x + 1)$  a  $x$ . Una vez resuelta la ecuación,<sup>1</sup> obtendremos que Phi es el número = 1,6180339887... cuyas cifras decimales no tienen periodo, al ser irracional.

Euclides de Alejandría fue responsable de uno de los mejores proyectos de documentación y transmisión pedagógica de las matemáticas que hayan existido jamás, pues en su obra *Elementos*, recopiló la mayor parte del conocimiento matemático de su época, dejándonos como legado un texto utilizado sin variaciones durante más de dos mil años y donde, por supuesto, encontramos varios pasajes dedicados a la Proporción Áurea. Se utiliza, por ejemplo, en la construcción del pentágono. Este detalle reviste la mayor importancia, ya que en un pentágono regular la proporción de la diagonal al lado es igual a  $\Phi$ , esto es, la construcción del pentágono fue la principal razón del interés griego en la Proporción Áurea.

La razón se halla en la convergencia de un conglomerado de hechos: la relación de la Proporción Áurea con el pentágono, la simetría multiplicada y especialmente la fascinación pitagórica por el pentágono y el pentagrama, unida al interés de Platón por los sólidos regulares y su creencia en que representaban las entidades cósmicas fundamentales.

## LOS SECRETOS DE PHI. LA SERIE FIBONACCI

Los logros científicos del mundo antiguo fueron olvidados con el tiempo, perdurando hasta nosotros gracias al auge intelectual del Islam, pero en cuanto a la Proporción Áurea, el avance definitivo llegó con la Edad Media personificado en el matemático Leonardo de Pisa, conocido como Leonardo Fibonacci. Su obra *Liber Abaci* contiene contribuciones directas al tema de la proporción Áurea, siendo responsabilidad de este autor la transmisión y extensión del uso del número de oro y sus propiedades a diversas aplicaciones de la geometría. Sin embargo, su contribución más relevante parte de la formulación de un sencillo problema ya famoso en el mundo de las matemáticas:

---

<sup>1</sup> De la definición de proporción media y extrema obtenemos la ecuación para la Proporción Áurea:  $x^2 - x - 1 = 0$ , que nos ofrece dos soluciones, el valor de la solución positiva será el valor de  $\Phi$ .

¿Cuántos pares de conejos pueden reproducirse en un año a partir de una sola pareja, si consideramos que cada pareja engendra al mes un nuevo par de conejos que se convierten en productivos al segundo mes de vida?

La solución simplificada es que el número de pares adultos (listos para engendrar) seguirá la secuencia: 1, 1, 2, 3, 5, 8...es decir, el número de parejas adultas cada mes será igual a la suma de las parejas adultas de los dos meses anteriores.

Esta secuencia numérica nacida de forma inocente, llamada “Secuencia Fibonacci” desde el siglo XIX y en la que cada nuevo número se obtiene sumando los dos anteriores surgirá como una revolución.

Aparece de la manera más sorprendente en una gran variedad de fenómenos totalmente dispares y que pasaremos a revisar en las próximas secciones. Pero antes debemos desvelar una sorpresa más escondida en la serie Fibonacci, se trata de su misteriosa relación con la Proporción Áurea: si tomamos cualquiera de los números de la serie y lo dividimos por el número precedente, el resultado se aproximará rápidamente al número de oro (1,618...) tanto mas cuanto más avanzados sean los números de la serie que tomemos para la operación.

## LA SERIE FIBONACCI Y $\Phi$ EN LA NATURALEZA

### **Abejas y zánganos**

En toda colmena de abejas existe un número determinado de machos y hembras, es decir, de abejas y de zánganos, aunque aquellas siempre serán más numerosas.

Estudiando con detenimiento el proceso de nacimiento y desarrollo de los huevos, descubriremos que los huevos no fertilizados por un macho evolucionan en zánganos, mientras que aquellos que sí lo son se desarrollarán como hembras. En consecuencia, un zángano no tiene “padre” sino sólo “madre”, mientras que una abeja procede de ambos. Es decir, un zángano sólo tiene un progenitor (madre), dos abuelos, tres bisabuelos,

cinco tatarabuelos, etc. Los intrigantes números de su árbol genealógico (1, 1, 2, 3, 5...) resultan ser la secuencia de números de Fibonacci.

La situación descrita se convierte en algo mucho más llamativo cuando descubrimos que la proporción entre abejas de uno y otro sexo en la colmena, resultante de dividir el número de hembras por el de machos, resultará ser el número de oro: Phi.

### **Las rosas saben cómo vestirse**

Como empezamos a ver, una de las propiedades más atractivas de la Proporción Áurea es su capacidad para aparecer del modo más inexplicable allí donde menos se la espera. Tomemos ahora como ejemplo el mundo de las flores y plantas. Si seccionamos una manzana siguiendo su línea del ecuador, hallaremos que las semillas están ordenadas siguiendo la forma de una estrella de cinco puntas o pentagrama, un sorprendente guiño pitagórico que podríamos completar con la observación de una margarita, flor con la que tantos amantes han tratado de satisfacer su curiosidad de amor correspondido, ¿verdad que les sería muy útil saber con antelación que la mayoría de margaritas silvestres tiene 13, 21 ó 34 pétalos, todos ellos números Fibonacci?.

Pasemos ahora a una observación de mayor complejidad tomando una rosa, símbolo habitual de simetría, armonía y belleza. Si la diseccionamos pétalo a pétalo, descubriremos en la disposición de los mismos una norma que se cumple con pasmosa exactitud: cada pétalo está separado del anterior en múltiplos de Phi, por ejemplo el pétalo 1 se sitúa a una fracción de 0,618 desde el pétalo 0, el pétalo 2 a una fracción de 0,236 y así sucesivamente.

La descripción de estos fenómenos, en virtud de los cuales las disposiciones de elementos de una planta, tales como ramas o pétalos, se ordenan siguiendo diversas formas como la espiral, se conoce con el nombre de *filotaxis*, un estado de mínimo consumo de energía y distribución de los recursos que explica porqué las hojas en la rama o las propias ramas en un tronco tienden a crecer en posiciones que optimizan su exposición al sol, la lluvia o el aire. Sabemos así que las hojas no crecen una sobre la otra, ya que eso impediría que las que ocupan posiciones inferiores recibiesen la suficiente cantidad de luz y humedad, pero nuestra curiosidad se dirige

ahora a conocer la norma que rige tales disposiciones, que se cumplen con rigor matemático.

Señalaremos que para plantas como el avellano o el haya pasar de una hoja a la siguiente implica una tercera parte de giro en la rama, lo que se conoce como  $1/3$  de proporción filotáctica. En plantas como el manzano la proporción sería de  $2/5$  y en otras como el peral o sauce llorón es de  $3/8$ . A estas alturas es probable que ya no nos extrañemos al descubrir que las fracciones mencionadas son proporciones alternas de la secuencia Fibonacci, pero resulta casi más sorprendente saber que la primera persona que descubrió y documentó las relaciones entre la *filotaxis* y la serie Fibonacci fue precisamente un astrónomo, Johannes Kepler, sobre quien volveremos más adelante.

Para cerrar este bloque de ejemplos centraremos nuestra atención en las plantas que muestran elementos agrupados en series de espirales (conocidos como *parastichies*) y que se rigen igualmente por la serie fibonacci, tal es el caso de las piñas o los girasoles. La cuestión es ¿cómo pueden saber las plantas el modo de disponer sus hojas o semillas siguiendo este patrón?

Recordemos que en gran cantidad de casos el punto de origen de la flor se compone de diminutas semillas que tras ser producidas en la parte central, se van desplazando hacia los bordes exteriores hasta llenar todo el espacio disponible. Cada nueva semilla aparece en un cierto ángulo con relación a la precedente, si dicho ángulo de giro fuese una fracción simple, como  $1/3$ ,  $1/4$  ó  $2/5$ , siempre se obtendrían series de líneas rectas y esto es algo poco adecuado para una flor, ya que su prioridad es aprovechar al máximo el espacio, favorecer la mejor captación de luz y disponer del máximo de posibilidades de reproducción; es en este caso cuando Phi hace una vez más acto de presencia, pues derivándose de él se obtiene el llamado Ángulo Áureo<sup>2</sup>, con un valor de  $137,5^\circ$ . Aplicando este ángulo de crecimiento a la flor es posible obtener el mejor aprovechamiento del

---

<sup>2</sup> Al tomar como referencias a Phi y el giro completo de la circunferencia de la flor, tenemos que  $360^\circ/\Phi=222,5^\circ$ . Puesto que este resultado excede la división de la mitad del círculo ( $180^\circ$ ) debemos completar el cálculo restando  $222,5-360$ , operación que nos presenta el resultado final de  $137,5^\circ$ . Estos aspectos fueron concretados en las investigaciones de los hermanos Bravais en 1837.

espacio horizontal en una superficie circular con una separación regular entre todas las semillas. La fascinación continúa al comprobar que plantas como los girasoles, mostrados en la Figura 3, que crecen siguiendo este patrón, ofrecen dos series conjuntas de espirales, tanto en sentido horario como antihorario. Espirales que contabilizadas, corresponden habitualmente a fracciones que se aproximan al número de oro:  $2/3$ ,  $3/5$ ,  $5/8$ ...etc.

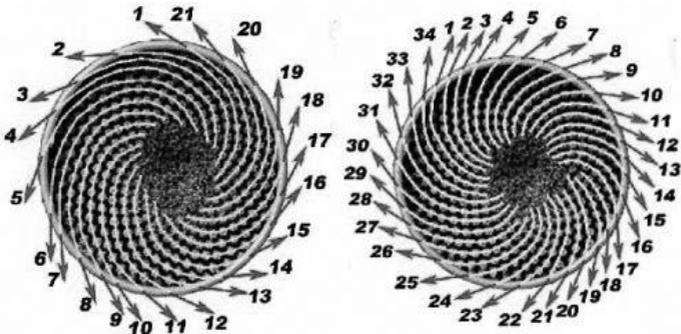


Figura 3

### Animales calculadores

La naturaleza padece sin duda una fascinación especial por las espirales logarítmicas. Desde los girasoles a los huracanes o las galaxias, su presencia es una constante en todas las escalas de tamaño posibles, presentando además con frecuencia un rasgo conocido como autosimilitud y que se presenta en la mayoría de fenómenos naturales relacionados con el crecimiento. Por ejemplo, a medida que el molusco del nautilo crece en el interior de su concha, como nos muestra la Figura 4, va construyendo un hábitáculo cada vez mayor donde cada incremento de la longitud de la concha va acompañado de un incremento proporcional de su radio, permaneciendo así inalterada la forma. Para completar el encanto de esta criatura señalaremos que la razón entre el diámetro de cada tramo de su espiral con el siguiente es 1,618. Una vez más, la naturaleza se gobierna por la eficiencia merced a la aplicación de Phi.

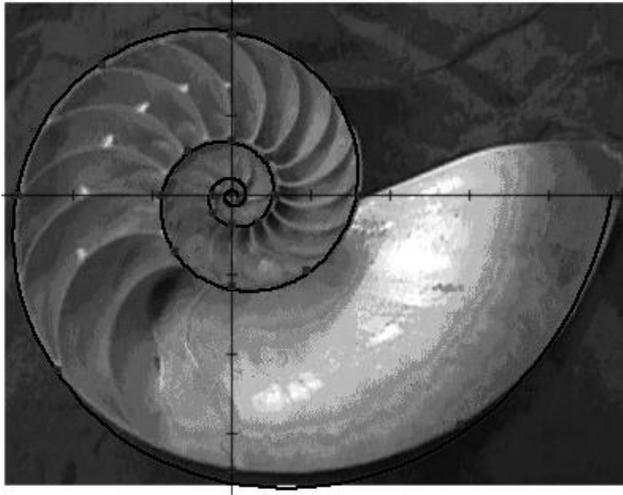


Figura 4

Phi se une a la espiral para mostrarnos su utilidad en un nuevo e inesperado ejemplo. Los halcones peregrinos se lanzan a la captura de sus presas a velocidades que pueden superar los 300 kilómetros por hora, sin embargo podrían volar mucho más rápido si se lanzasen directos en línea recta, ¿porqué no lo hacen? Los experimentos en túnel de viento del biólogo V. A. Tucker demostraron que en caso de recorrer la distancia más corta, el halcón debería hacer rápidos giros de su cabeza para mantener el contacto visual con su presa, giros que reducirían drásticamente su velocidad y maniobrabilidad. La conclusión es que los halcones trazan en su recorrido de descenso una espiral logarítmica que les permite mantener la cabeza recta mientras controlan en todo momento su objetivo, optimizando al máximo la velocidad conseguida.

La autosimilitud, cualidad que ya ha sido comentada en casos como el nautilo, fue tenida muy en cuenta por Mandelbrot al formular la geometría fractal, un extraordinario intento por describir las formas y los objetos del mundo real, del cual continuaremos hablando en la siguiente sección.

## FIBONACCI Y PHI EN EL CUERPO HUMANO Y EN EL ARTE

### Una medida para todos

Tomando como punto de arranque los cuidadosos estudios realizados por Leonardo da Vinci sobre el cuerpo humano y analizando el camino recorrido hasta la actualidad, vemos que nuestra anatomía vuelve a asombrarnos, aunque no será en esta ocasión para desvelar secretos de su funcionamiento, sino para constatar que, como nos indica Dan Brown desde las páginas de *El código da Vinci*, todos somos tributos andantes a la Divina Proporción. Como veremos a continuación, los ejemplos son abundantes y sorprendentes, ofreciéndonos una amplia gama de entretenidas variaciones a las que tendremos que atender armados de un metro:

- La medida de nuestra altura total dividida por la distancia tomada desde el ombligo al suelo =  $\Phi$ .
- La medida de nuestra altura total dividida por la distancia tomada desde el ombligo a la punta de los dedos de la mano =  $\Phi$ .
- La distancia entre el hombro y las puntas de los dedos dividida por la distancia entre el codo y la punta de los dedos =  $\Phi$ .
- La distancia entre la cadera y el suelo dividida por la distancia entre la rodilla y el suelo =  $\Phi$ .
- La distancia entre la articulación de la muñeca y el final de la palma de la mano dividida por la distancia de cada uno de nuestros dedos =  $\Phi$ .
- La longitud total de un dedo de la mano dividida por la suma de las dos últimas falanges =  $\Phi$ .

El fruto de siglos de estudio en el campo de las proporciones también puede servir de excusa a otros fines no exentos de una cierta frivolidad. Recientemente diversas investigaciones relacionadas con la cirugía plástica se han propuesto partir de bases científicas para hallar un modelo de belleza perfecta derivado de la aplicación de la Proporción Áurea y las nuevas tecnologías, proponiendo un esquema universal cuya principal explicación hasta el momento se basaba casi en exclusiva en el concepto de simetría. Tales estudios se han materializado en propuestas como la máscara de Marquardt, que se reproduce en la Figura 5 y que superpuesta a la fotografía

de un rostro nos indicaría, por la similitud con sus rasgos, el nivel de belleza en función de cálculos que toman como base las divisiones de Phi y que puede actuar como modelo útil en sesiones de maquillaje o bien para su planteamiento ante una intervención estética.

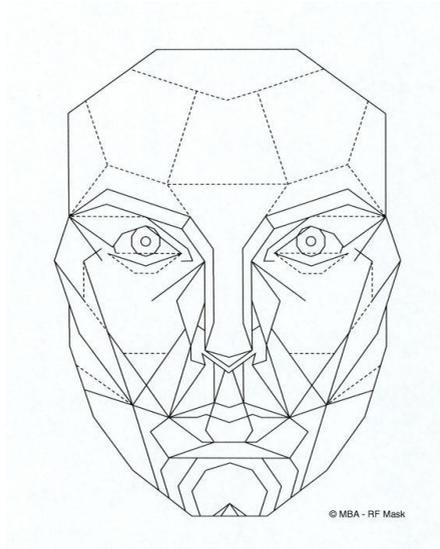


Figura 5

## **El arte y $\Phi$**

En líneas generales, la Proporción Áurea se ha utilizado históricamente en el arte para conseguir algo que podríamos llamar la “efectividad visual”, es decir, sus propiedades aportan un esquema que ha demostrado ser el más duradero, de entre los modelos de canon de las proporciones soñadas por todo artista, para conferir a una obra de modo directo unas propiedades de placer estético.

Aproximadamente en el año 430 a.C. finalizó la construcción del Partenón, obra mítica del arte universal dedicada a Athenea Parthenos y creada en la Acrópolis de Atenas por los arquitectos Ictinos y Calícrates con la colaboración de Fidias, encargado de la supervisión de las esculturas principales del templo. A pesar de las propuestas entusiastas que repetidamente se han intentado presentar, la luz de las investigaciones más recientes nos hace ver que la simplicidad engañosa del edificio, reconocido como una de las mejores expresiones del ideal de claridad y unidad, seguramente no fue diseñada tomando como base la Proporción Áurea. De cualquier manera, su elevado nivel de perfección ha quedado unido a la figura del escultor Fidias, y es, como ya sabemos, a la belleza de sus obras a quien debemos el nombre con el que hoy conocemos al número de oro: Phi.

Sin embargo, de entre los numerosos autores que en la historia han merecido un recuerdo especial no solo por su aportación a las artes, sino también por su contribución al estudio y desarrollo de las mismas, debemos destacar la figura de Leonardo da Vinci, que representa en nuestro estudio otro de los momentos clave del desarrollo y aplicación de la Proporción Áurea.

Revisando su biografía hallamos que Leonardo coincidió en Milán con Luca Pacioli y que ambos compartieron aprendizaje en la geometría así como interés en el mundo del arte. Curiosamente, Pacioli completó durante ese periodo los tres volúmenes de su obra *Divina proporzione*, que se publicaría en 1509, consiguiendo para un mayor atractivo del libro la colaboración de Leonardo como ilustrador, quien realizó los diseños de la portada y de las figuras interiores de la obra. Sobre la portada, que se reproduce en la Figura 6 y que es, sin duda, uno de los trabajos más populares de da Vinci, diremos que se basa en la admiración de Pacioli por las teorías y trabajos del arquitecto romano Marcus Vitruvius Pollio, fuente del concepto conocido como el “hombre de Vitrubio”, basado en proporciones racionales.

La obra consiguió llegar a convertirse en un medio de trabajar con la Proporción Áurea asequible para los artistas mediante tratados no demasiado complejos, contribuyendo a una expansión y nuevo interés por el tema.

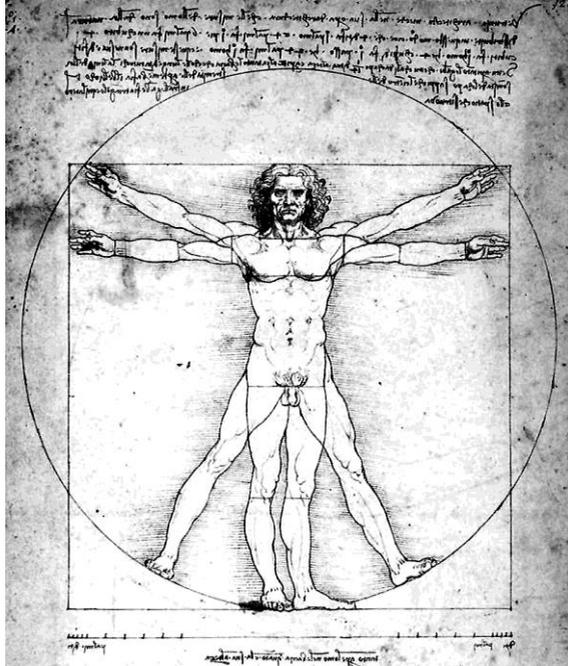


Figura 6

En cuanto a Leonardo, es cierto que entendió como pocos la estructura divina del cuerpo humano y se preocupó de analizarla en detalle, estudiando sus proporciones y estableciendo un sistema de módulos presumiblemente basado en Phi. Por tales razones se ha discutido mucho respecto a la aplicación que el gran hombre del Renacimiento hizo en sus pinturas del número áureo, sin llegarse a demostraciones suficientemente concluyentes. Hemos de considerar que la obra de da Vinci se basa en una vida dedicada a la investigación, al estudio y praxis de toda una serie de disciplinas técnicas y artísticas que le llevaron al desarrollo de teorías personales, muchas de las cuales no han llegado hasta nosotros y que seguramente son la fuente del poderoso magnetismo que todavía hoy palpita en obras como La Gioconda, más allá de la aplicación – o no – de la Divina Proporción.

Seguramente las diversas variantes de proporción derivadas del número de oro se han venido utilizando en infinidad de ocasiones a través de la historia del arte, aunque parece ser que fue Paul Sérusier, en el siglo XIX, el primer artista importante documentado en utilizar la Proporción. A partir de ese punto, muchas son las atribuciones realizadas por estudiosos que asignan los esquemas de Phi a obras de autores bien conocidos como: Juan Gris, Severini, Picasso, Mondrian, Mario Merz, Dalí o Le Corbusier. Si bien es cierto que el famoso arquitecto se interesó hasta tal punto en los sistemas de proporciones (llegando a crear un sistema propio conocido como Modulor) que podemos afirmar que su figura ha sido la última en dar un impulso a la investigación e interés por la Proporción Áurea, quedando la mayoría de casos posteriores como una mera fascinación por las reminiscencias matemático-filosóficas de su legado histórico.

El mundo de la publicidad y el diseño vuelven la mirada en nuestros días para buscar en la Proporción Áurea un método de apoyo que contribuya a la mejora de la ingente masa de producción audiovisual que inunda nuestra sociedad de la hipercomunicación. El diseño gráfico editorial, el diseño de páginas web o el diseño de productos industriales recurren a un conocimiento redescubierto como el medio para hacer de cada proyecto visual una entidad más legible, más sencilla conceptualmente y a la vez más atractiva al disfrute de la vista. Como ejemplo de estos intentos podemos señalar el diseño de las tarjetas de crédito y el redimensionado de nuestros documentos de identidad, basados en rectángulos áureos, así como la presencia de reglas esquemáticas basadas en el número de oro y sus divisiones armónicas en las estructuras de diagramación y composición de una imagen, como la popular regla de los tercios en el mundo de las artes visuales.

### **Phi se divisa desde el cosmos**

De entre las figuras que a lo largo de este texto hemos destacado por su relación con la Proporción Áurea, la del astrónomo Johannes Kepler ejemplifica de la mejor manera las posturas de aproximación entre matemáticas y misticismo a las que llevaron los trabajos anteriores de autores como Pacioli, que habiendo provocado una revisión del platonismo

y pitagorismo abrieron el camino a movimientos intelectuales que de nuevo relacionaban las matemáticas con el funcionamiento del cosmos.

Kepler, nacido en una confusa época en cuanto a la política y la religión, cultivo en su obra áreas de conocimiento como la matemática y la metafísica, proponiéndose la meta de llegar a explicar el porqué del número exacto de planetas del sistema solar (considerados seis en aquel entonces) así como hallar el elemento determinante de las órbitas planetarias.

Inspirado por una visión platónica según la cual “Dios siempre geometriza”, Kepler utilizó los recursos de la geometría unidos al estudio de los sólidos platónicos para desarrollar esquemas teóricos sobre la composición del cosmos y más concretamente sobre el estudio de las órbitas planetarias que, si bien funcionaban razonablemente bien con algunos planetas, discrepaban seriamente respecto a otros.

Por supuesto que su método resultó erróneo, pero a este científico se debe no sólo la elaboración acertada de las leyes sobre el movimiento planetario, sino la continuidad de la vieja idea de un cosmos explicable mediante las matemáticas, desarrollando un verdadero modelo matemático del universo, con todos los ingredientes del método científico.

El universo que citábamos en la introducción de este texto se halla poblado por formas maravillosas, muchas de las cuales ya han sido revisadas en las páginas precedentes. Desde huracanes formados en la atmósfera terrestre hasta galaxias completas se generan y aparecen a nuestros ojos en la forma de espirales, como se nos muestra la Figura 7, donde hallamos una espiral doble superpuesta a la galaxia M51, imagen tomada desde el telescopio Hubble. ¿Cuál es la razón por la cual tantas galaxias presentan una estructura en espiral? La respuesta es que las galaxias y sus componentes internos no giran como un disco sólido compacto, sino que las partes interiores rotan más rápidamente que las exteriores.

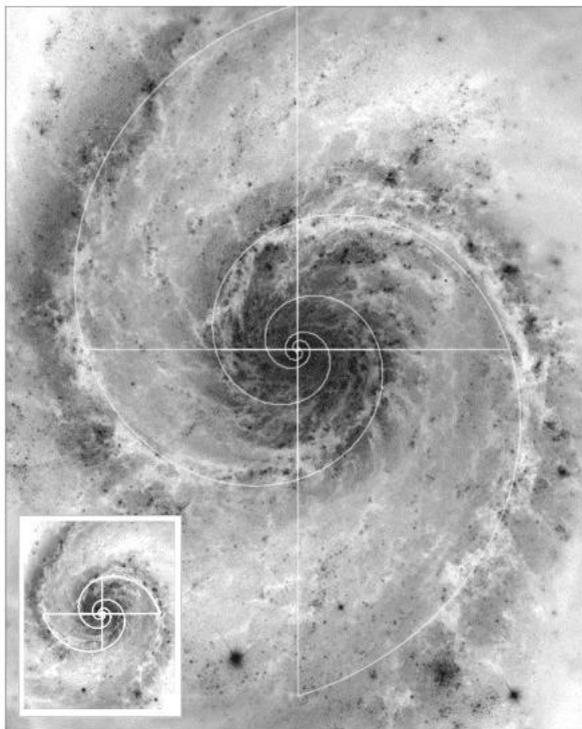


Figura 7

De esta manera y acercándonos a las intenciones de científicos como Kepler, con los medios tecnológicos del siglo XXI, resulta llamativo comprobar que, partiendo de una estructura de nuestro sistema solar donde el Sol ocupa la posición “0” y alineando a continuación los planetas que lo acompañan –añadido Ceres<sup>3</sup>–, podemos obtener del cálculo comparativo entre la división de las distancias que separan a cada planeta del astro Rey por la distancia del planeta anterior, un resultado cuya media (1,6187) se

---

<sup>3</sup> Al hablar del sistema solar omitimos con frecuencia el cinturón de asteroides, que también representa una masa considerable en el "equilibrio del sistema solar", siendo Ceres el asteroide mayor. Ceres es tan grande que tiene una forma esférica, como los otros planetas y representa un tercio del total de la masa del cinturón de asteroides situado entre Marte y Júpiter.

aproxima de manera sorprendente a Phi (1,6180) como muestra la tabla, donde Mercurio recibe la asignación “1” por no tener un planeta anterior:

<b>Planetas</b>	<b>Distancia al sol en millones de Km.</b>	<b>Relación entre las distancias de los planetas sucesivos</b>
Mercurio	57,9	1
Venus	108,2	1,869
Tierra	149,6	1,383
Marte	227,9	1,523
Ceres	413,7	1,815
Júpiter	778,6	1,881
Saturno	1433,5	1,841
Urano	2872,5	2,004
Neptuno	4495,1	1,565
Plutón	5870	1,306

## **Epílogo**

Desgranando a lo largo de este texto las diversas anécdotas, datos y hechos contrastados, hemos tratado de indagar sobre un lenguaje abstracto que fue inventado por el ser humano como medio para llegar hasta una explicación de variadas incógnitas. Un lenguaje que encierra el misterio de la proporción como un fascinante producto que nunca hubiésemos conocido de no ser por la geometría y las matemáticas.

Es destacable que los estudios más recientes realizados en torno a la presencia de la serie Fibonacci y la Proporción Áurea en plantas, animales o minerales concluyen que, sin duda, se trata de estados que por sus necesidades de homogeneidad (que la estructura sea igual en todas partes) y autosimilitud (su forma no se altera al variar el tamaño) reducen drásticamente el número de formas posibles a la vez que suponen un consumo mínimo de energía para el sistema global. Se trata de una conclusión aplicable a muchos de los ejemplos revisados en el texto y que nos ofrece extensa una pauta de interpretación sobre la presencia de tan ubicua cifra.

¿Llegará el día en que la Divina Proporción deje de asombrarnos?, probablemente habremos de contentarnos con hallar cada cierto tiempo un nuevo dato, ante el cual alzar la vista y comprobar que el universo se ha escrito en un lenguaje que el hombre apenas ha comenzado a intuir; como un niño que atesora en la playa perlas caídas del cielo, ignorando que en el mar se refleja un despliegue de maravillas y conocimiento inabarcables, ocultas entre el manto de la noche estrellada.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

### Libros

LIVIO, M. *The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*. New York: Broadway Books, 2002.

“Phi to 1.000.000 places”

<http://goldennumber.net/phi20000.htm> [15-2-2009]

WEISSTEIN, E. W., "Golden Ratio."

<http://mathworld.wolfram.com/GoldenRatio.html> [15-2-2009]

KNOTT, R. "Fibonacci Numbers and the Golden Section."

<http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/>. [15-2-2009]

ROY BRITT, R., “Spirals in Nature: The Magical Number behind

Hurricanes and Galaxies”,

[http://www.space.com/scienceastronomy/perfect\\_spirals\\_030917.html](http://www.space.com/scienceastronomy/perfect_spirals_030917.html) [15-2-2009]

### Multimedia

“El Número de Oro, Phi; La Divina Proporción” [video], escrita y producida por el equipo técnico del programa de RTVE “Redes” N<sup>o</sup> 364, 2005, Barcelona, 7 minutos.

## ASTRONOMÍA Y NAVEGACIÓN EN LOS SIGLOS XVI y XVII

Ángel Campos Martín-Mora

Licenciado en Filosofía y Letras y astrónomo aficionado

Los conocimientos náuticos y astronómicos de la Antigüedad fueron transmitidos en gran medida por los árabes a Occidente. El Mediterráneo y sus reinos fueron escenario y crisol en los que se fraguó el arte náutico medieval, basado en las tradiciones aristotélica y ptolemaica y en técnicas e instrumentos como la observación del firmamento, la elaboración de portulanos y derroteros, el cuadrante náutico, la aguja de marear o el astrolabio, entre otros. Sin embargo, la navegación de cabotaje que se practicaba se llevaba a cabo con escasos medios. Los marinos de la época no buscaban la precisión en sus elementales cálculos y adoptaban una navegación a la estima en la que los errores de rumbo no eran decisivos al no alejarse en exceso de las costas. A pesar de ello, a finales del siglo XII y a lo largo del siglo XIII, surgen obras en las que los conocimientos astronómicos adquieren un papel relevante. Al tiempo que conviven tradiciones como la teoría de la Tierra plana<sup>1</sup> y la idea de la esfericidad terrestre sostenida por Ptolomeo, aparecen nuevas obras como el *Compasso da navigare* a finales del siglo XIII, se recuperan los trabajos de Azarquiel<sup>2</sup>, se gesta el legado de Alfonso X [*Libros del saber de astronomía*], se difunden el *Atlas catalán* de los Cresques<sup>3</sup> y el *Tractatus sphaerae* de Johannes de Sacrobosco<sup>4</sup>; contribuciones que serán el referente a partir del cual se construirán los conocimientos náuticos del siglo XVI. La era de

---

<sup>1</sup>Creencia transmitida, entre otros, por Cosmas Indicopleustes, un monje griego de Alejandría del siglo VI.

<sup>2</sup>Astrónomo de Al-Ándalus del siglo XI que vivió en Toledo, citado en el *Scriptorium* real de Alfonso X el Sabio. Fue constructor de astrolabios y de la azafea, una variante del citado instrumento.

<sup>3</sup>Abraham y Jafuda Cresques, cartógrafos mallorquines, padre e hijo respectivamente, a los que se atribuye el Atlas catalán, primer mapamundi, conservado en la Biblioteca de París.

<sup>4</sup>Matemático y astrónomo autor del *Tractatus sphaerae* de 1220, obra que alcanzó una gran difusión en Europa.

grandes descubrimientos iniciada a partir del siglo XV hizo necesario el empleo de técnicas de navegación sustentadas en conocimientos científicos que hicieran posible, entre otras, la travesía atlántica. Se pasó entonces de una navegación basada en la estima del rumbo a otra del mismo cuño pero en la que era ya posible determinar la latitud.

## LOS INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

Entre los siglos XIII y XV, se aprecia un creciente interés por la Astronomía, aunque continúa relegada al círculo de sabios y es escasamente utilizada por los marinos. Aun así, los navegantes incorporaron paulatinamente en su práctica la observación del firmamento; pero no fue hasta el último cuarto del siglo XV cuando se utilizó de manera recurrente la observación de la estrella polar o el Sol para determinar la latitud. El desarrollo de esta técnica se produce en pleno proceso de exploración de las costas africanas por los portugueses iniciada con la conquista de Ceuta en 1415. El procedimiento se basaba en la medición de la altura de los cuerpos celestes sobre el horizonte en su paso meridiano<sup>5</sup> con instrumentos tan sencillos como un cuadrante. Básicamente era un cuarto de círculo graduado de 0° a 90°. Mediante unas pínulas situadas en el radio del círculo, el observador apuntaba al astro elegido y una plomada fijada al vértice del cuadrante marcaba entonces su altura. Así, cuando se fijaba la posición de la estrella polar, la plomada indicaba con notable aproximación la latitud del observador. Sin embargo, la medición de las alturas se hacía extremadamente difícil debido a la oscilación de la plomada en el mar. Para adaptar el cuadrante de alturas a su uso náutico [figura I] se llegó a utilizar como plomada una barra metálica. Con posterioridad, en 1595, un capitán inglés llamado John Davis dividió el cuadrante en dos sectores circulares de 30° y 60° respectivamente, dispuestos sobre un centro común, como muestra la figura II. Aunque el cuadrante de Davis o “cuadrante inglés” fue el sustituto natural del cuadrante de alturas, los defectos de diseño le conferían un margen de fiabilidad entre 15 y 20 minutos de arco, lo cual suponía un error del orden de 15 a 20 millas náuticas. En su favor, disponía de una escala graduada muy precisa y podía tomar medidas hasta el mismo cenit.

---

<sup>5</sup> Paso de un astro por el meridiano del lugar.

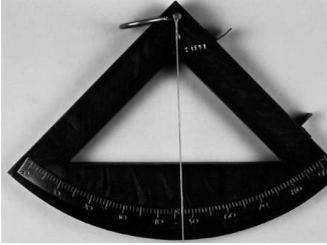


Fig. I. Cuadrante náutico.



Fig. II. Cuadrante de Davis.

Más utilizados por los marinos medievales que los cuadrantes de altura fueron los portulanos, cartas náuticas que tuvieron su origen en la zona de Mallorca y en los puertos italianos. La más antigua llegada hasta nosotros aunque en mal estado de conservación es la “carta pisana”, hacia los últimos años del siglo XIII. Los portulanos, como el de la figura III, indicaban los puertos y accidentes geográficos costeros más destacados, los puntos de escala y las distancias entre ellos. Posteriormente, se les incorporó una rosa de los vientos y una red de líneas de rumbos o loxodromias que establecían rutas marinas. Estas cartas presentaban ostensibles errores, incluso tras la aplicación del sistema de proyección cartográfica de Mercator<sup>6</sup>, pero a pesar de sus limitaciones, fueron muy utilizados en el siglo XVI para navegar por el Mediterráneo, parte de las costas de África y zonas del norte de Europa. Los marinos fijaban el rumbo ayudándose de la red de loxodromias y de la aguja de marear sin la cual estos mapas serían de poca ayuda.

---

<sup>6</sup> Gerardus Mercator, cartógrafo flamenco [1512-1594]. Su atlas se convirtió en una versión actualizada de los mapas ptolemaicos. El sistema de representación Mercator, ideado en 1555, consiste en una proyección cilíndrica en la que los paralelos aparecen más separados a medida que se aproximan a los Polos. Por consiguiente, las deformaciones son poco importantes en el Ecuador y máximas en los Polos.



Fig. III. Portulano.

De orígenes poco claros, la aguja de marear fue el principal instrumento de navegación de los marinos medievales. De su existencia tenemos noticias a través de los testimonios de Alexander Neckam, un sabio inglés que en 1180 mencionó su empleo y de un ingeniero de la armada francesa, Petrus Peregrinus, quien en 1269 describió el procedimiento de imantar el hierro al frotarlo con la calamita<sup>7</sup>. En el siglo XIII, la aguja imantada ya era utilizada por navegantes como lo atestigua el siguiente texto:

Y bien así como los marineros se guían en la noche oscura por la aguja, que es medianera entre la estrella y la piedra, y les muestran donde van, tanto en los buenos tiempos como en los malos...<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Los griegos de Magnesia extraían hacia el 800 a. C. la calamita, un imán natural llamado también magnetita. Los chinos ya la conocían en el segundo milenio antes de Cristo.

<sup>8</sup> Libro de las siete Partidas del rey Alfonso X el Sabio, tomo 2, p. 79 y p. 269, Madrid. 1807.

En sus primeras versiones, la aguja de marear no era más que un pequeño montón de magnetita en polvo dispuesto en forma alargada o una aguja imantada que flotaba gracias a un corcho en un recipiente de agua. A principios del siglo XIV, la aguja fue montada sobre un eje y contaba ya con una rosa de los vientos de treinta y dos puntas pegada sobre un círculo. De este modo, el rumbo podía estimarse con relativa precisión, puesto que entre punta y punta median  $11^{\circ} 25'$ . El instrumento sufrió a lo largo del tiempo diversas transformaciones, pero no se puede hablar de una versión razonablemente satisfactoria del mismo antes de la aparición en 1514 de un tratado de diez capítulos atribuido a João de Lisboa. Sin embargo, los marinos medievales dieron por buena la marcación del norte por la aguja, sin ser conscientes del fenómeno de la variación o declinación magnética<sup>9</sup> que presentaba valores distintos para cada lugar, tal vez porque en el Mediterráneo este error no era muy destacable. En cualquier caso, el efecto de la declinación magnética podía desviar el rumbo de las naves bastantes grados en las grandes travesías de finales del siglo XV, especialmente en la atlántica como Colón o Pedro Nunes advirtieron. Los marinos creyeron indispensable disponer de valores fiables de declinación para una navegación de altura. A tal fin, se inició la tarea de fijar las desviaciones que se daban en distintos puertos e incorporarlas a los mapas. Uno de los intentos llevó al cosmógrafo Alonso Santa Cruz en 1530 a referir en una carta diversos valores de declinación magnética asociados a meridianos; era obvio que los navegantes de la época aún no eran del todo conscientes de la variación magnética con la latitud ni con el transcurso del tiempo. Finalmente se optó por comparar, para cada día de travesía, la desviación en la alineación de la aguja con la estrella polar, la Cruz del Sur o el mismo Sol en su tránsito meridiano. De este desafío se hace eco el tratado de Martín Cortés de Albacar<sup>10</sup>, donde se presenta una teoría del magnetismo terrestre que definió al polo magnético como “punto atractivo”. Sin embargo, este fenómeno no fue tenido en cuenta por otros cosmógrafos como Fernández de Enciso<sup>11</sup>. Simultáneamente al desarrollo de la teoría del magnetismo terrestre, se concibieron instrumentos de relativa precisión para determinar dicha variación. Todas estas prácticas para determinar los polos geográficos y magnéticos darían lugar al establecimiento de los

---

<sup>9</sup> Diferencia angular entre el Polo Norte geográfico y el Polo Norte magnético.

<sup>10</sup> Cortés de Albacar. *Breve compendio de la sphaera y del arte de navegar*. Sevilla 1551.

<sup>11</sup> Martín Fernández de Enciso. *Suma de geografía*. Sevilla. 1519.

regimientos<sup>12</sup> del Norte y del Sol, así como al cálculo del Polo Sur mediante la alineación de las estrellas  $\alpha$ - $\gamma$  de la Cruz del Sur.

El astrolabio<sup>13</sup> fue un instrumento más versátil que el cuadrante de alturas, ya que podía determinar la latitud y la hora del lugar de observación. Se cree que los griegos lo inventaron<sup>14</sup> y los árabes lo difundieron y perfeccionaron. El tratado del astrolabio más antiguo conocido es el de Massahala, fechado entre los siglos VIII y IX. Los navegantes medievales conocieron dos versiones del mismo: una plana y otra esférica. Esta última, conocida también como esfera armilar, era básicamente una esfera de metal sobre la que se instalaba un casquete hemisférico y sobre él se disponía un arco de latón con pínulas en sus extremos para fijar los astros. Contaba con un círculo meridiano principal, otro que establecía la línea del horizonte, así como los que definían el plano de la Eclíptica, el Ecuador celeste y los círculos de Cáncer y Capricornio, entre otros. Esta versión no se adaptó muy bien a las prácticas náuticas debido a su excesivo volumen y peso. Sin embargo, la variante plana del astrolabio náutico [figura V] gozó de una amplia difusión entre los navegantes debido a su sencillez y maniobrabilidad. En esencia, esta variante plana solía ser un disco de cobre, bronce, latón, incluso de madera que disponía de una anilla para ser colgado y garantizar así su necesaria verticalidad. El disco estaba atravesado por dos diámetros: uno marcaba la línea del horizonte y el otro el eje cenit-nadir. De esta manera, el círculo quedaba dividido en cuatro sectores de 90° grados cada uno, aunque generalmente la graduación no se completaba. Sobre el círculo, se montaba una alidada giratoria ajustada al centro que disponía de dos pínulas con las que se fijaba la posición del astro. Para facilitar su uso en el mar, se optó por acumular más masa en su base para asegurar su estabilidad y contrarrestar de este modo los efectos del viento y el movimiento de la nave por el mar. El valor 0° se daba al diámetro que marcaba la línea del

---

<sup>12</sup> Conjunto de reglas para determinar la latitud mediante las alturas meridianas de los astros .

<sup>13</sup> El instrumento toma su nombre del griego *astron*, astro y de *lanbanien*, tomar, buscar. Etimológicamente se define pues como buscador de astros.

<sup>14</sup> El astrolabio fue atribuido a nombres tan dispares como Diógenes Laercio, Arquímedes, Teodosio de Bitinia y su versión plana a Hiparco e incluso a Ptolomeo.

horizonte y los 90° al cenit, aunque los portugueses invirtieron estos valores haciendo que la alidada marcara entonces alturas cenitales. De su vigencia da fe el siguiente texto de finales del siglo XVI<sup>15</sup>:

El que quiera tomar el sol con el astrolabio en la mar, se asentará y pondrá cerca del mástil mayor, que es donde la nave da menos vaivenes y está más quieta, y colgando el dedo segundo de la mano derecha de su anillo, pondrá el rostro y el astrolabio frontero del sol derechamente y conocerá que está por la sombra que el sol, y alzará o bajará el penicidlo [alidada] hasta que entre el sol por los dos agujeros de las pínulas y estando así tomará del astrolabio los grados que muestre la punta del penicidlo, y hará por ellos las cuentas según las reglas.



Fig. V. Astrolabio náutico.

Su hermano mayor, el astrolabio astronómico, de mayor complejidad, evolucionó con la incorporación de círculos y ábacos que potenciaron su

---

<sup>15</sup> Instrucciones náuticas para navegar. Diego García de Palacio. Méjico. 1587.

capacidad de cálculo. Su constante perfeccionamiento hizo de él un instrumento que permaneció vigente hasta la aparición del sextante.

El nocturlabio<sup>16</sup>, una variante de astrolabio, era un reloj astronómico fabricado en latón que medía el tiempo generalmente en relación a la estrella polar, la  $\alpha$  y la  $\beta$  de la Osa Mayor o la Cochab ( $\beta$  Ursae Minoris). Estaba formado por una serie de círculos concéntricos que giraban libremente en torno a un anillo central. Un primer disco señalaba los doce meses del año, un segundo marcaba los signos del Zodiaco con treinta divisiones por cada uno y un tercero, en forma de rueda dentada, solía contar con dieciocho pasos, ya que era el máximo número de horas que las estrellas circumpolares podían observarse en las noches por encima de los 60° latitud norte. Lo completaba una alidada, recta al menos por el lado cuyo filo se alineaba con la estrella o estrellas de referencia. Para la toma del tiempo<sup>17</sup>, se orientaba el instrumento al norte, fijando la estrella polar a través del orificio central y se procuraba su verticalidad suspendiéndolo de una anilla. Algunos modelos apenas si erraban entre cinco y diez minutos.

La ballestilla fue uno de los instrumentos más utilizados en la navegación a partir de la primera mitad del siglo XVI, aunque ya era conocido en tiempos de Colón<sup>18</sup>. Construida en madera, era relativamente ligera y de fácil uso. Estaba compuesta por dos piezas: una vara larga llamada radio, virote, verga o simplemente regla y otra más corta nombrada transversario, sonaja, martinete, franja o martillo. Esta última tenía en su centro un orificio con una sección por la que podía discurrir sin holgura el radio de forma perpendicular. El observador aproximaba el ojo al extremo del radio que disponía de una escala y deslizaba entonces el transversario hasta que su extremo inferior se correspondía con la línea de horizonte y el superior con el astro elegido. Un juego de sonajas de diferentes longitudes como el de la figura VI se incorporaba a la ballestilla, pues eran necesarias en función del ángulo medido y evitaban el deslumbramiento cuando se miraba al Sol de frente, al tiempo que servían para fijar su posición cuando

---

<sup>16</sup> Horologium nocturnalis.

<sup>17</sup> Para más información acerca de su uso, consultar la dirección:  
<http://www.goma2.com/manuales/NOCTURLABIO.htm>

<sup>18</sup> Un regimiento para el uso de la ballestilla se encuentra en el *Libro da Marinharia* de João de Lisboa de finales del siglo XV.

se miraba de espaldas. El defecto de diseño fundamental era la determinación de la escala, ya que la graduación no iba más allá de los 20° y por encima de los 60° las marcas estarían tan próximas unas de otras que el error de lectura sería inevitable.

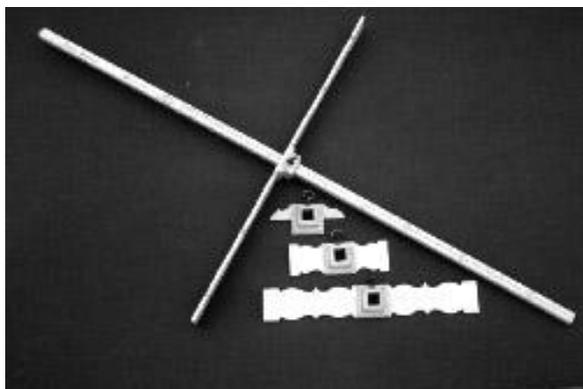


Fig.VI. Ballestilla

Un elemento fundamental en la navegación, que no siempre fue tenido en consideración por los marinos, fue la determinación de la hora. A tal fin, se tenía en cuenta tanto las mareas, y por tanto las fases de la Luna, como la práctica denominada “establecimiento del puerto”. Ya un manuscrito del siglo XIII<sup>19</sup> refiere este procedimiento. El tiempo cero lo marcaba el inicio de la primera pleamar en el puerto de referencia tras la luna nueva. Sobre una rosa de los vientos de treinta y dos puntas, se extrapolaba el desplazamiento diario de la Luna teniendo en cuenta la hora tomada en el puerto de referencia. Al dividir las treinta y dos cuartas de rumbo de la rosa de los vientos por veinticuatro horas, se obtenía el valor de 45' por cada cuarta. En la práctica, la medición del tiempo con exactitud no era una prioridad para los pilotos. De hecho, la mayoría de ellos se contentaba con establecer periodos relativos para el cómputo de la jornada a bordo con expresiones como “cuarto de modorra” o “cuarto del alba”.

---

<sup>19</sup> Les Indications relatives aux marées dans les anciens livres de mer. D. Gernez. Archives internationales d'histoire des sciences, vol. II, p. 688. 1948-49.

Los relojes a bordo de las naves en los siglos XVI y XVII eran, antes de la invención del cronómetro, instrumentos poco fiables en el mar. La distancia recorrida por un buque se estimaba mediante la ampolleta o reloj de arena y la corredera de barquilla, invención atribuida a William Bourne, de la que tenemos noticias de su existencia en 1577<sup>20</sup>. Consistía en una tabla de madera, denominada barquilla, que se largaba por la borda del buque atada a una cuerda con nudos espaciados regularmente. Se contaban los nudos largados durante, generalmente, treinta segundos medidos con la ampolleta. Se procuraba que el espacio entre nudo y nudo se correspondiera para un fácil cómputo con una milla náutica, a pesar de que el valor de esta unidad no fue fijado con exactitud hasta mediados del siglo XVIII. Esta práctica inspiró posteriormente la denominación de la medida náutica del nudo. El procedimiento descrito fue uno de los burdos intentos para determinar la longitud, problema irresoluble para la navegación hasta el siglo XVIII. De hecho, la precariedad del cálculo empujaba a la mayoría de los pilotos a estimar la velocidad del barco por el conocimiento de los vientos, las corrientes marinas y, en definitiva, por la experiencia que cada cual tenía del arte de navegar.

## LA NAVEGACIÓN POR EL MÉTODO DE LA ALTURA-DISTANCIA

Los pilotos desarrollaron un método que consistía en comparar la altura de la estrella polar, en su tránsito meridiano en el punto de observación, con la altura correspondiente obtenida en Lisboa, convertida en punto de referencia para los navegantes de la época. Así, la diferencia angular resultante entre los respectivos paralelos se transformaba en la distancia en leguas que separaban ambos puntos.

En el *Libro de las longitudes* de Alonso de Santa Cruz de mediados del siglo XVI, en el capítulo que enseña la segunda manera de establecer distancias entre dos puntos por medio de la longitud, se propone un ejemplo explícito del método de altura-distancia, representado en la figura VII.

---

<sup>20</sup> William Bourne. *A Regiment for the Sea*. 1577.

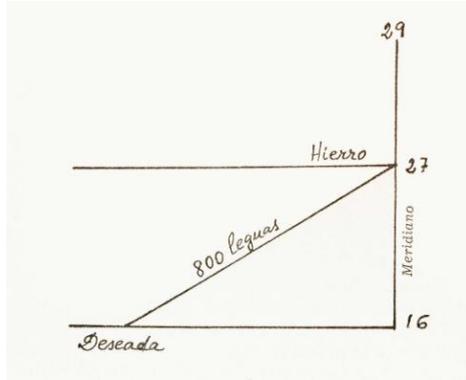


Fig. VII. Gráfico del Libro de las longitudes.

El cálculo de la longitud existente entre las dos islas [Hierro y Deseada] se llevaba a cabo mediante un procedimiento de inspiración pitagórica. Según el mencionado tratado, se multiplicaban los dos ángulos de 45° del triángulo rectángulo [2.025] a la vez que se hacía otro tanto con el resultado de restar las alturas tomadas en cada isla [27°-16°=11°]. Así, 11x11=121. Se sumaban entonces ambas cantidades [2.025+121=2.146]. La raíz cuadrada del total obtenido [45] eran los grados que mediaban entre ambas islas, un valor que se estimaba en unas 800 leguas<sup>21</sup>. En el siglo XVI se establecieron valores tan diversos como 16  $\frac{2}{3}$  leguas por grado de meridiano, 17  $\frac{1}{2}$  leguas o incluso otro de 18 leguas, valor que se acerca más al dato cierto. Muestra de este afán de precisión lo encontramos en el siguiente texto extraído del *Repertório dos Tempos*<sup>22</sup>:

Como se ha de navegar por el cuadrante [título del texto citado]... partiendo alguien de Lisboa paramentes [anote] donde le cae la plomada del cuadrante, a saber, en qué grado, y pone allí una señal sobre el cuadrante, en tal tiempo que las estrellas de la guarda están este-oeste con la Estrella del Norte. Y después de un día o dos o más cuando quisierais saber en el mar cuándo vuestro navío está diferenciado de Lisboa, verán a cuántos grados os caen entonces el plomo o de un cabo o del otro de vuestro primer punto. Si estáis un grado norte-sur serán 16 leguas y dos millas de Lisboa; si dos grados serán 32 leguas y cuatro millas....

<sup>21</sup> 1 legua = 5.572 m y 7 dm. 1 legua marina = 5.555 m y 55 cm.

<sup>22</sup> Valentim Fernandes , *Repertório dos Tempos*, ed. facsimilar de Joaquín Bensaúde, p. 141. Génova , s. f.

Este procedimiento aconsejaba entonces la navegación sin separarse del paralelo, muy apropiado en teoría para la travesía atlántica, o trazar, así mismo, un rumbo entre paralelos intentando seguir un meridiano. La dificultad de mantener un rumbo por los vientos y corrientes adversos obligaba a los marinos a navegar de bolina (navegación contra el viento exponiendo la quilla de la embarcación el menor ángulo posible) y retomar el rumbo trazado mediante continuos bordos (navegar de bolina alternativamente desde una banda a otra). Para establecer entonces la desviación del rumbo seguido y la distancia recorrida por el buque, se utilizaba el sistema de la “toleta de marteloio”. Atribuida a Ramón Llull, consistía en un proceso gráfico que permitía saber, mediante la resolución de triángulos rectángulos, cuánto se había apartado lateralmente la nave de su rumbo y cuánto había avanzado. Estaba tabulada en cuartos de  $11^{\circ}15'$ ,  $22^{\circ}30'$ ,  $33^{\circ}45'$ ,  $45^{\circ}$ ,  $56^{\circ}15'$ ,  $67^{\circ}30'$ ,  $78^{\circ}45'$  y  $90^{\circ}$  para el primer cuadrante de los 32 vientos de la brújula<sup>23</sup>.

Evidentemente, estos métodos de navegación descritos producían errores de rumbo nada despreciables, si consideramos factores como la distancia estimada en la época para  $1^{\circ}$  de longitud, la toma de alturas de los cuerpos celestes en alta mar, los errores en el cálculo de la declinación magnética, la burda factura de los instrumentos y la propia inexperiencia de muchos pilotos en las grandes travesías. De hecho, una nave podía desviarse en una larga travesía más de 200 millas náuticas por acumulación de errores en la toma de datos. Sin embargo, fueron notables los intentos de corregir estas deficiencias con la mejora tanto de los instrumentos de navegación como de los procedimientos para determinar las coordenadas de un buque en alta mar. Uno de estos notables intentos de mejora se centró en la elaboración de los llamados regimientos.

---

<sup>23</sup> Para una explicación más detallada, consultar *El mundo científico de la Corona de Aragón con Jaime I* de Joan Vernet, Universidad de Barcelona.

## EL REGIMIENTO DEL NORTE

A mediados del siglo XV, se dan los primeros intentos documentados para medir con exactitud la altura del polo celeste sobre el horizonte, ya que al hacerlo podía obtenerse la latitud del lugar de observación, parámetro fundamental para el posicionamiento de una nave en el mar. Anteriormente, se creía que la estrella polar coincidía exactamente con el polo celeste, como así lo afirmó Sacrobosco, entre otros sabios medievales. Posteriormente, podemos encontrar tratados de navegación en el siglo XVI como el de Pedro de Medina<sup>24</sup>, donde vemos un hombre que observa la estrella polar, figura VIII. De ella, parte una circunferencia que denota el desplazamiento diario aparente que la estrella describe en torno al Polo Norte, a su vez indicado en la ilustración por otro punto, centro del círculo.



Fig. VIII. Hombre con ballestilla.  
Regimiento de navegación de Pedro de Medina.

El establecimiento del Polo Norte mediante la estrella polar fue una tarea llevada a cabo por marinos portugueses. En la época, la distancia angular<sup>25</sup> de la estrella al Polo era mayor que en la actualidad, pero el

---

<sup>24</sup> Regimiento de navegación, Pedro de Medina. Sevilla 1563.

<sup>25</sup> Distancias angulares entre la estrella polar y el Polo Norte celeste:

1500 d.C.	3° 24' 46,4''
1550 d.C.	3° 7' 58''
1600 d.C.	2° 51' 12''
1650 d.C.	2° 34' 45,5''
1700 d.C.	2° 18' 9,5''

Fuente: SkyMap Pro.

verdadero problema radicaba en saber para cada observación en qué punto de esa órbita aparente se encontraba el astro. Una vez determinada su posición, se procedía al establecimiento del Polo Norte, mediante una simple operación de suma, si la estrella estaba más próxima al paso meridiano inferior, o de resta en caso de mayor proximidad al paso meridiano superior. Pero, para las posiciones intermedias, había que establecer puntos de referencia para aplicar las correspondientes correcciones. Se adoptó entonces una rueda de ocho radios correspondientes a los ocho rumbos o vientos. Posteriormente se añadió a esta representación una figura humana, como se muestra en la figura IX.

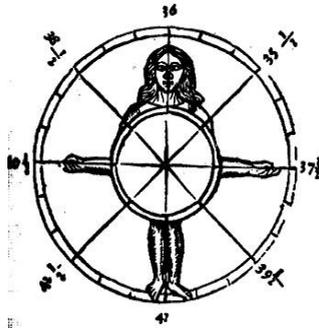


Fig. IX. Rueda de rumbos, conocida también por el “hombre del polo”.

Los ocho rumbos o vientos principales están marcados por la cabeza, hombros, brazos y un rumbo para los pies, en ocasiones los pies se situaban cada uno en los rumbos sudeste y sudoeste y el rumbo sur lo marcaba la prolongación de la línea axial del cuerpo. En otras representaciones, la figura humana podía mostrarse de espalda. El Polo Norte se situaba en el centro de su cuerpo y se marcaba, en el extremo de los radios de la rueda, la altura de la Polaris tomada desde Lisboa, cuando una de las estrellas guardas [ $\beta$  o  $\gamma$  Ursae Minoris, Cochab y Pherkad respectivamente] se situaban en los correspondientes rumbos. El texto siguiente, extraído de las páginas finales del *Repertório dos Tempos* de 1563 es una copia, aunque incompleta, muy explícita de lo que fue el Regimiento del Norte.

Sabrás que en Lisboa a todas horas no está el norte en una altura.... Las guardas en la cabeza, tiene el norte 36 grados y un tercio y ésta no se ha de meter

en la cuenta por causa de la cantidad que es pequeña, y has de hacer [así] con las otras alturas que tomares. Las guardas estando en la línea izquierda hallarás el norte en 36 grados. Si fueran las guardas en la línea del pie izquierdo hallarás el norte 39 grados. Si fueran las guardas en el pie, hallarás el norte en 42 grados.... Si fueran las guardas en el brazo derecho hallarás el norte en 37 grados. Sabrás que estando las guardas en la línea del brazo derecho, hallarás el norte en 36 grados.

En el texto reproducido anteriormente, el autor redondea explícitamente las fracciones, pero éstas siguen estando presentes en todas las ruedas. Los valores de las alturas de la estrella polar eran corregidos del siguiente modo: + 3° ó -3° para los rumbos Norte y Sur, + 1° 30' ó -1° 30' para los del Este y Oeste, + 3° 30' ó -3° 30' para los rumbos noreste y suroeste, y +30' ó -30' para los del noroeste y sureste. Todas estas operaciones arrojaban el resultado de 39°, altura estimada entonces del Polo Norte para Lisboa.

Con el tiempo, se hizo necesaria una revisión de las alturas de la estrella polar, ya que cada cincuenta años la distancia angular de la misma con respecto al Polo Norte experimenta, como ya hemos indicado, variaciones notables. En el siglo XVII, varios autores propusieron en sus tratados actualizar los antiguos valores<sup>26</sup>. En definitiva, el Regimiento del Norte, vigente hasta la segunda mitad del siglo XVII, constituyó un avance extraordinario para la navegación por latitudes septentrionales, pero a medida que se abrían nuevas rutas hacia el Sur, se hacía necesaria la redacción de otro regimiento para la navegación austral. Por desgracia, no existía una estrella de referencia de la magnitud de la estrella polar, pues la  $\sigma$  del Octante, la más próxima al Polo Sur, apenas si era visible a simple vista. Se buscó entonces un asterismo fácilmente perceptible al ojo humano que ayudara a la marcación del Polo Sur celeste. Los marinos lo encontraron en la alineación  $\alpha$ - $\gamma$  de la Cruz del Sur que entonces señalaba mucho mejor el Polo Sur que en la actualidad. A mediados del siglo XVI, ya encontramos referencias de las alturas meridianas de estas estrellas en el *Libro de Marinería* de Manuel Alvares, en el Atlas de Lázaro Luis o en el de Vaz Dourado de 1568 donde encontramos el siguiente texto:

---

<sup>26</sup> Entre otros, Andrés García de Céspedes, Manuel de Figueiredo y Luís Serrao Pimentel en 1606, 1608 y 1681 respectivamente.

Digo que tomando la altura por el Crucero del Sur por la estrella del pie [alfa Crucis], siendo en treinta grados estaré en el equinoccio; y tomando menos de treinta grados, lo que tomase de menos, eso estaré del equinoccio hacia la parte del sur. Cuando tomaras esta altura, tendrás aviso que dejo por la estrella de la cabeza con la del pie en línea de norte-sur.

Otros regimientos, como los de João de Lisboa, Bernardo Fernandes o André Pires advierten que la toma de altura de la  $\alpha$  Crucis, estrella que forma el pie de la Cruz, alcanzaba su paso meridiano cuando el crucero se mostraba “hecho” o “empinado”, es decir: perpendicular al horizonte. En la época, se estimaba en algo menos de  $30^\circ$  la distancia angular de la estrella con el Polo Sur y era fácil cometer errores de minutos de arco. Hoy sabemos que dicha distancia angular en 1500 era  $29^\circ 40' 58.3''$ .

## EL REGIMIENTO DEL SOL

La necesidad de posicionar la nave durante el día llevó a los marinos a elaborar un regimiento para el Sol. La dificultad estribaba en que la declinación<sup>27</sup>, que para cualquier estrella es invariable, variaba para el Sol cada día, ya que la Eclíptica<sup>28</sup> y el Ecuador celeste no son círculos paralelos. En obras medievales como *De compositione et utilitate astrolabie* de Messahala y en los *Libros del saber de astronomía* de Alfonso X el Sabio encontramos ya intentos de determinación de la latitud a partir de la altura meridiana local del Sol, pero los primeros ensayos con cierto rigor para elaborar un reglamento solar se dieron en las últimas décadas del siglo XV. Hacia 1485, según refiere Colón, Juan II de Portugal envió a Guinea a su astrólogo José Vizinho para medir la altura del Sol en la zona. Este último editaría en 1496 el *Almanach perpetuum coelestium motum*, del judío de Salamanca Abraham-ben-Samuel Zacut, obra de referencia para los pilotos de la época. A partir de la misma, se elaborarían tablas de declinación adaptadas a la práctica náutica. Fueron redactadas en 1516 para el cuatrienio 1517-1520. En ellas constaba la declinación solar diaria durante el referido periodo. El cálculo de la latitud mediante la medición de altura del Sol estuvo entonces al alcance de cualquier navegante, ya que sólo debería

---

<sup>27</sup> La declinación en el sistema de coordenadas ecuatoriales es la distancia angular de un astro al Ecuador celeste.

<sup>28</sup> Plano que define la órbita del Sol a lo largo de un año sidéreo y en el que se producen los eclipses.

sumar o restar el valor de la declinación solar que constaba en la tabla a la distancia cenital  $[90^\circ - h]$ , siendo  $h$  la altura meridiana del astro para el lugar de observación. La única dificultad radicaba en el valor positivo o negativo de ambos parámetros, ya que la declinación es positiva al norte del ecuador celeste y negativa al sur, y la distancia cenital presentaba un valor positivo si se tomaba de cara al norte o negativo de cara al sur. Tampoco convenía olvidar el hemisferio en que se encontraba el observador. Estas circunstancias fueron plasmadas detalladamente en lo que se conocería por el regimiento del Sol. Se redactaron entonces seis reglas que están presentes tanto en la *Guía de Évora* como en la *Guía de Munich* y que paso a resumir siguiendo a Luis Albuquerque<sup>29</sup>:

Con el observador en el hemisferio norte, se dictan las siguientes reglas, teniendo en cuenta que  $\varphi$  es la latitud,  $h$  la altura del astro sobre el horizonte y  $\delta$  la declinación:

1ª Sombra hacia el norte:  $\varphi = [90^\circ - h] + \delta$

2ª Sol al norte del Ecuador y sombra hacia el sur:  $\varphi = [h + \delta] - 90^\circ$

3ª Sol al sur del Ecuador:  $\varphi = 90^\circ - [h + \delta]$

Con el observador en el hemisferio sur:

4ª Sombra hacia el sur:  $\varphi = [90^\circ - h] + \delta$

5ª Sombra hacia el norte:  $\varphi = [h + \delta] - 90^\circ$

6ª Sol al norte del Ecuador:  $\varphi = 90^\circ - [h + \delta]$

A pesar de todo, estas reglas eran de dudosa aplicación cuando el piloto no sabía exactamente en qué hemisferio se encontraba por su proximidad al Ecuador. Se añadieron entonces pautas para aplicar una u otra regla en función de que la suma de la altura y la declinación fuese mayor, igual o menor que  $90^\circ$ . Para la concreción de este regimiento en tablas, era preciso un cuadrante o mejor un astrolabio para medir la altura del Sol todos los días del año y una ampolleta para determinar la misma hora en un único punto de observación. Hasta nosotros han llegado referencias a tablas que fueron redactadas para enclaves como Lisboa o Madeira, entre otros.

---

<sup>29</sup> Historia de la navegación portuguesa. Luis de Albuquerque. Madrid 1991.

En las tablas, la declinación del Sol se anotaba junto a su longitud celeste. En astronomía, la obtención de este último valor se determina por la situación del Sol en el plano de la Eclíptica y se cuenta para ello, en la dirección del movimiento aparente del astro, a partir del punto Aries o vernal (punto donde el Ecuador celeste y el plano de la Eclíptica se cortan). Cuando el Sol supera dicho punto, el astro cambia de hemisferio celeste y la Tierra, de estación. En la época, a efectos de cómputo, se tomaba entre 10° y 30° por cada signo del Zodiaco. Por su parte, la declinación solar podía estimarse para cada día si se conocía el valor en grados de la inclinación del Ecuador celeste con respecto al plano de la Eclíptica. El cosmógrafo Alonso de Santa Cruz, en su octava manera de calcular distancias en el mencionado *Libro de las longitudes*, refiere el valor de 23° y medio como la mayor declinación que podía alcanzar el Sol de la línea equinoccial y en el capítulo quinto de la misma obra establece una equivalencia entre cada grado del Zodiaco y cada grado de declinación. En general, las tablas de declinación mostraban valores útiles para cuatro años, pero el error se incrementaba a partir de entonces de forma progresiva, ya que el calendario juliano adelantaba por cada año trópico<sup>30</sup> en torno a 11 minutos. Así ocurrió hasta la adopción del calendario gregoriano en 1582. En definitiva, el regimiento del Sol formó parte, a partir de 1520, de la mayoría de los tratados de navegación, donde encontramos tablas de declinación solar adaptadas al uso náutico aunque relativamente actualizadas.

## LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

La ciencia moderna da un salto crucial a mediados del siglo XVI con la publicación *De revolutionibus orbium coelestium* de Nicolás Copérnico. Su obra marcó el paso de una concepción del cosmos geocéntrica a otra heliocéntrica. A partir de entonces, se inició un proceso científico cuyos efectos incidieron en la cosmografía con la introducción de la proyección Mercator, los conocimientos astronómicos como el cálculo orbital con Kepler y el mismo Copérnico, la mejora de la medida del tiempo con la reforma gregoriana del calendario, los avances en los instrumentos y técnicas de observación con Tycho Brahe, la aplicación astronómica del telescopio por Galileo. Newton culminó el proceso con la publicación de los

---

<sup>30</sup> Tiempo que transcurre entre dos pasos sucesivos del Sol por el equinoccio de primavera.

*Philosophiae naturalis principia matemática* en 1687 y la creación del telescopio reflector en 1671, primer instrumento óptico libre de aberración. Sin embargo, este notable desarrollo científico no se correspondió con avances similares en la navegación. En este sentido, el siglo XVII marca un periodo de retroceso europeo de los conocimientos puramente náuticos. En España, muchos marinos carecían de la preparación suficiente y la Casa de Contratación de Sevilla, encargada de la formación de los pilotos, no podía atender la gran demanda de formación de la época, a pesar de que el Colegio de San Telmo de Sevilla, creado en 1681, tratara de suplir el vacío existente. No es extraño que se hiciera pública tal deficiencia en los términos en que fue expuesta por el Almirante Pedro Porter y Casanate en 1634 en su obra *Reparo a errores de la navegación española*. Otro tanto fue denunciado anteriormente por Edward Wright en el caso de los pilotos ingleses. En su obra, *Certaine Errors in Navigation* de 1599, el cartógrafo y matemático inglés destacó las deformaciones producidas en la elaboración de las cartas marinas al aplicar la proyección Mercator, el error de paralaje ocular cuando se determinaba la latitud con la ballestilla y la deficiente corrección de la variación magnética de la aguja. La suma de errores podía superar los cinco puntos en el compás y alcanzar las 200 leguas solamente en la travesía entre las Indias Occidentales y las Azores. Sin embargo, por lo que respecta a España, existen trabajos teóricos de mérito como el *Regimiento de navegación* de Andrés García de Céspedes de 1602, la *Navegación especulativa y práctica* de Antonio de Nájera de 1628 o el *Norte de la navegación hallado por el cuadrante de reducción* de Antonio de Gaztañeta Yturrialzaga de 1692. El siglo XVII vio también la creación del Observatorio de París en 1667 y del Real Observatorio de Greenwich en 1675, así como los intentos fallidos para la determinación de la longitud. Aunque en el siglo XVII ya existían relojes de péndulos fiables, no eran eficaces en el mar. Las dinastías europeas intentaron resolver el problema. Los austrias españoles se sumaron a la carrera convocando sucesivos concursos para la obtención de un método fiable y viable en el mar para determinar la longitud. En 1598 se llegó a ofrecer al ganador una renta perpetua de seis mil ducados y otra vitalicia de dos mil. Entre los participantes, encontramos a Galileo quien presentó un método de observación basado en la medición del tiempo por las ocultaciones de las lunas jovianas, pero el problema no sería resuelto hasta bien entrado el siglo XVIII, época en la que ya se puede hablar de una navegación científica basada en el cálculo matemático.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ALBUQUERQUE, L. de [1991]: *Historia de la navegación portuguesa*. Madrid, Editorial MAPFRE, S.A.
- CUESTA, M. [1983]: *Alonso de Santa Cruz y su obra cosmográfica*. Vol. I. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Gonzalo Fernández de Oviedo.
- GARCÍA FRANCO, S. [1947]: *Historia del arte y ciencia de navegar: desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*. Madrid, Instituto Histórico de Marina.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. J. [1992]: *Astronomía y navegación en España siglos XVI-XVIII*. Majadahonda, Editorial MAPFRE S.A.
- HERRMANN, J.[1983]: *Atlas de astronomía*. Madrid, Alianza Editorial S.A.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. [1979]: *El arte de navegar en la España del Renacimiento*. Barcelona, Editorial Labor.
- RUIZ DE LIRA FUENTES, Rafael [1978]: *Colón, el Caribe y las Antillas*. Madrid, Editorial Hernando.
- SELLÉS, M. A. [2004]: *El arte de la navegación en la Península Ibérica. Los Orígenes de la ciencia moderna*. Seminario «Orotava» de Historia de la Ciencia. Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

## LA CARTA ASTRAL

María Rosa Cano Suárez  
Departamento de Matemáticas

El futuro pertenece a quienes creen en la belleza de sus sueños.

(Eleanor Roosevelt)

La carta astral o carta natal es un gráfico que reproduce las posiciones de los planetas en un determinado momento.

Cuando se trata de realizar la carta natal de una persona, se toma la fecha y hora precisa de su nacimiento; si la carta va a aplicarse a una institución, es preciso anotar lo más certeramente posible, el momento de su constitución o fundación.

En ese gráfico, ayudándonos de unas tablas, colocamos los doce signos y las doce casas zodiacales, la posición de los planetas, los aspectos entre ellos y los cuatro puntos cardinales.

### MIRANDO AL CIELO

La verdad, es que son muchos los motivos por los cuales vale la pena mirar al cielo de vez en cuando: nos encontraremos con mucha belleza, con muchas dudas, con muchas preguntas. ¿Dónde va el sol por la noche?, ¿Por qué se acuestan de día las estrellas?; son preguntas infantiles, pero si nos preguntamos sobre los límites del universo, sobre nuestros propios límites, siempre queda un poco de lugar para la fantasía.

## ASTROLOGÍA Y CIENCIA

Actualmente el tema de la astrología está muy enfrentado con el concepto de ciencia; a mí me gustaría conciliarlos por un momento recordando la obra de Cardano y Kepler, personas que indudablemente han dado gran fruto como científicos pero que también cultivaban otras ciencias o artes, como ocurría en la época en la que vivieron, en el Renacimiento.

Gerolamo Cardano (1501-1576) fue un matemático, médico y filósofo, pero también practicaba la astrología con mucha pasión, así como el juego. Tuvo una complicada y azarosa vida, como matemático fue descubridor, junto con Tartaglia y Ferrari, de la solución de una ecuación cúbica; como médico cosechó éxitos y fracasos, fue astrólogo de la corte papal y encarcelado por herejía en 1570 por realizar el horóscopo de Jesucristo. Predijo el día de su muerte y según dicen acertó, pues se suicidó para no equivocarse.

Kepler (1571-1630) astrónomo y matemático, estudioso de variadas materias, se ayudó de la óptica y la física y descubrió las Leyes de Kepler. En su época no se diferenciaba claramente la ciencia de las supersticiones, la religiosidad o las leyes divinas, la astronomía estaba muy ligada a la astrología; él defiende una astrología seria y realiza también predicciones astroológicas, incluso interpreta su propia carta natal. Defiende que todo está relacionado en el universo, así las estrellas podían influir en la vida de nuestro planeta. Los seres vivos y muy sutilmente las personas tendrían influencias de los astros.

Las cantidades, los números, la geometría, las formas, la armonía forman la estructura de nuestro mundo, acercan lo espiritual a lo terrenal. Cada persona mira el mundo desde su íntimo punto de vista, pero los que se detienen en la belleza de la estructura y la conexión, aman la ciencia y la letra, la forma y el número.

Hay ciencias que no son exactas, surgen continuamente en ellas nuevos retos y nuevas preguntas que necesitan ser resueltas a la luz de la investigación.

## CARTA ASTRAL DE NUESTRO INSTITUTO

El día 16 de mayo de 1963 nace en Ciudad Real un Centro de Enseñanza femenino que tomará por nombre “Instituto Nacional de Bachillerato Santa María de Alarcos”.

Me entrego al atrevimiento de recoger las configuraciones astrales en el momento de su nacimiento. La hora en la cual voy a basar los cálculos será la de las nueve de la mañana, que parece un bonito comienzo, con ganas de trabajar pero sin mucho apremio.

Tómese como una curiosidad más que como una aserción, dado que pienso que los cielos no manipulan los asuntos terrenales pues disponemos de libertad para realizar nuestras acciones.

### **Interpretación de la carta**

El Sol está situado en el signo de Tauro esto le hace buscar la seguridad y asegurar su supervivencia mediante la posesión de bienes. Tendrá que conseguir sus metas mediante la tenacidad, ponderación y perseverancia. Trabajo metódico, fiel y equilibrado ante los obstáculos. Muy práctico y no quiere correr riesgos. Conservador, moralista, convencional, respetuoso con las tradiciones y reglas sociales.

La Luna en Acuario le hace relacionarse mucho con la figura femenina, formando esta imagen de mujer como independiente, libre, evolutiva y con un trato de igualdad entre sexos.

Mercurio en Tauro le da un espíritu práctico.

Venus en Aries influye en que lo femenino sea visto con mentalidad masculina.

Marte en Leo lo hace responsable, autoritario, decidido y con mucha seguridad en sí mismo.

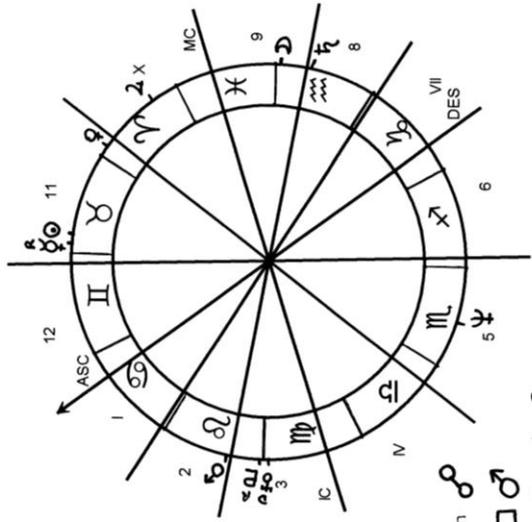
Júpiter en Aries: una tendencia moralista y paternalista.

# CIUDAD REAL

38°N

16 de mayo de 1963

- Sol ☉ Venus ♀ Saturno ♄
- Luna ☾ Marte ♂ Neptuno ♆ Plutón ♇
- Mercurio ☿ Júpiter ♃ Urano ♅



## Aspectos Planetarios

☉	☿	♈	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀	♃	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀
☉	☿	♈	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀	♃	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀
☉	☿	♈	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀	♃	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀
☉	☿	♈	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀	♃	♉	♊	♋	♌	♍	♎	♏	♐	♑	♒	♓	♄	♅	♆	♇	♁	♂	♀

Conjunción ☉ Cuadratura ☐ Sextil ✱ Oposición ♁

Saturno en Acuario le confiere originalidad pero rigidez, se empeña mucho en sacar sus proyectos adelante.

Urano en Virgo: Precisión y disciplina profesional, curiosidad científica, habilidad para llevar los proyectos hacia delante.

Neptuno en Virgo confirma un agudo interés científico y técnico y a la vez gran aversión a los cambios.

Plutón en Virgo de nuevo nos confirma un vivo interés científico.

Las casas significan los diferentes aspectos de la vida: en esta carta la situación de las doce casas nos sugiere muchas posibilidades profesionales, pocas relaciones con los de su especie, un poco a su aire, sin contar con la opinión de sus iguales, busca su afirmación, un poco orgulloso, reservado. Sentido práctico y científico en detrimento de la estética.

No le gustan las complicaciones y tiene tendencia a ser moralista y caer en la frialdad. Posibilidad de alejarse del lugar de origen como consecuencia de necesidades sociales, tendencia a alejarse del hábitat natural aunque ello no le guste. Amistades duraderas y fuerza para afrontar problemas.

La situación de los planetas en las casas le hace desear el equilibrio y la armonía, así como imponer sus creencias. Amor por el estudio, creatividad. Puede acoger profesiones modernas y actuales. Tiene buena suerte en las relaciones sociales en las que puede alcanzar posición elevada y éxito. Posible genialidad en el campo artístico y literario. Creatividad.

Los aspectos son algunos ángulos determinados que forman entre sí los planetas. Analizando los aspectos entre planetas se confirman las predicciones anteriores: ordenado y metódico; talento artístico, inteligencia práctica y constructiva. Demasiado reservado, su inseguridad y dudas le pueden hacer perder algunas oportunidades. En su época habrá un gran avance tecnológico que sabrá aprovechar.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

“*Renacimiento*”

<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Renacimiento&oldid=23372875> [24-01-2009].

“*Johannes Kepler*”.

<[http://es.wikipedia.org/wiki/Johannes\\_kepler](http://es.wikipedia.org/wiki/Johannes_kepler)> [25-01-2009].

<<http://www.geocities.com/Eureka/Gold/8274/gerolamo.htm>> [24-01-2009].

KENNET G. NEGUS. [2001]: “*La astrología de Kepler*”, (*Pasajes seleccionados y traducidos al inglés*), versión castellana, 11.2001

<<http://cura.free.fr/docum/15kep-es.html>> [25-01-2009].

PALTRINIERI, M. RADER, E. HORUS, D. [1989]: *El libro de la astrología práctica*. Barcelona, Licencia editorial para Círculo de Lectores por cortesía de Ediciones Pirámide, S. A.

<<http://proverbia.net/citastema.asp?tematica=27>> [18-01-2009]. Pirámide, S. A.

## DESCIFRANDO EL FIRMAMENTO. REFRANES INGLESES Y ESPAÑOLES.

M<sup>a</sup> del Prado García-Cano Lizcano  
Departamento de Inglés

Common proverb seldom lies.<sup>1</sup>  
Time passes away, but sayings remain.<sup>2</sup>

La sabiduría popular se condensa, en muchas ocasiones, en *paremias* o enunciados sentenciosos y breves que adoptan diversos tipos: refranes, frases proverbiales, dialogismos, sentencias, máximas...

Los refranes representan, quizás, el grupo más numeroso de estos dichos que el pueblo ha ido conservando de generación en generación.

De la mayoría de los refranes no se sabe el autor, ni siquiera cuándo entraron a formar parte de nuestro uso cotidiano; pero de todos se puede afirmar que encierran un mensaje válido para el hombre de todo tiempo.

La temática de los refranes abarca una gama que incluye los aspectos más variados del diario existir:

- la fama (*Cobra buena fama, y échate a dormir*);
- la familia (*Cásate con tu igual, aunque no tenga un real*);
- el discernimiento (*La crítica es fácil y el arte difícil*);
- la apariencia (*Aunque la mona se vista de seda, mona se queda*);
- la enseñanza (*Cada maestrillo, tiene su librillo*);
- el orden (*Cada cosa en su sitio y cada sitio en su cosa*);
- la amistad (*Con las verdades, se pierden las amistades*)...

---

<sup>1</sup> No hay refrán que no sea verdadero.

<sup>2</sup> El tiempo pasa, pero los refranes o los dichos permanecen.

...y así un sinfín de tópicos que recogen actuaciones del ser humano o hechos que son perceptibles por los sentidos y, esculpido en frases felices, actuarán siempre de recordatorios para el quehacer diario. El dicho “todos los refranes trabajan” atribuye a éstos una veracidad que se ganaron con el paso del tiempo, incluso aún cuando en la moraleja que encierran llegue a darse aparente contradicción (*El hábito hace al monje* y también *El hábito no hace al monje*).

Si bien los refranes y dichos aluden a tan gran variedad de temas, siempre se ha sentido el hombre particularmente interesado por la observación del firmamento, convirtiéndolo en una fuente inagotable de información sobre las relaciones entre los cambios atmosféricos y sus previsible efectos en nuestro planeta. Son multitud los refranes en que han ido quedando plasmadas tales miradas al cielo. Su temática cubre un amplio espectro, ya que aluden, por ejemplo, a: los pronósticos de buen o mal tiempo, la importancia de la luna para las previsiones de lluvia, el significado de la niebla en tantos días, las consecuencias para las cosechas, y para el campo en general, de los cambios atmosféricos, las predicciones para los meses y las estaciones del año...

Al observar nuestro idioma y descubrir su riqueza en esta clase de dichos populares, puede surgir la pregunta sobre si sucede lo mismo en otras lenguas.

Dirigiendo la atención a la lengua inglesa, por ejemplo, resulta bastante evidente que también este idioma está cuajado de refranes (*Proverbs*) o dichos (*Sayings*) en los que se pone de manifiesto la cultura de un pueblo rico en expresar con frases memorables un consejo, una advertencia, una predicción, o simplemente un hecho que resulta evidente para cuantos viven unas mismas circunstancias o costumbres similares.

Con una observación obligada, si a la cultura inglesa queremos referirnos: en la conversación con un británico se acierta siempre al dar por supuesto que saldrá a colación el tiempo atmosférico. Tal insistencia se debe, sin duda, a las condiciones climáticas que los caracterizan. Por eso son, en efecto, numerosas las referencias a este tópico en los REFRANES INGLESES.

## BREVE MUESTRA DE REFRANES EN INGLÉS Y EN ESPAÑOL

Aunque las condiciones climáticas de las Islas Británicas y de España difieren ampliamente, nos encontramos, tanto en español como en inglés, una serie de refranes que tienen la misma estructura y un mismo referente.

En algunos casos la similitud resulta casi un calco de ambos dichos; en otros existe una pequeña diferencia en la forma, aunque tengan el mismo contenido. Hay que tener en cuenta que, al ser los refranes frases cortas, el ritmo y, sobre todo, la rima juegan un papel muy importante, ya que son expresiones, principalmente, orales y fáciles para ser memorizadas.

En ambas lenguas encontramos refranes que aluden a:

- la predicción del tiempo a corto plazo, a menudo de un día para el siguiente,
- características de los meses del año,
- peculiaridades atmosféricas de las estaciones,
- rasgos típicos de algunas fiestas concretas del año.

### **Predicción del tiempo a corto plazo**

La observación de la luna, del sol o de las nubes, nos aporta información suficiente para predecir lluvia por ejemplo, como lo manifiestan los siguientes dichos:

*Luna con cerco, agua trae en el cuerno.*

*If the moon shows a silver shield, be not afraid to reap your field; but if she rises haloed round, soon we'll tread on deluged ground.*

(Si la luna enseña su escudo de plata, no tengas miedo de segar tu campo, pero si la rodea un halo, pronto pisarás el suelo mojado)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Se ofrece la traducción literal de los refranes ingleses para su mejor comprensión.

*Cuando el sol se pone rojo, es que tiene lluvia en un ojo.*

*If red the sun begins his race, expect that rain will flow apace.*  
(Si el sol comienza rojo su carrera, espera lluvia a prisa)

*Red clouds in the east, rain the next day.*  
(Nubes rojas en el este, lluvia al día siguiente)

*Cuando se encapota el sol en jueves, antes del domingo llueve.*

*Rain before seven: fine before eleven.*  
(Lluvia antes del siete: buen tiempo antes del once)

*Cielo empedrado, viento o suelo mojado.*

*If the clouds look as if scratched by a hen, get ready to reef your topsails then.*  
(Si las nubes parecen escaradas por gallina, prepárate a arriar tu gavia).

*La neblina, del agua es madrina.*

*A gaudy morning bodes a wet afternoon.*  
(Una mañana demasiado soleada presagia una tarde mojada).

*Norte oscuro, vendaval seguro.*

*Rain from the east: wet two days at least.*  
(Lluvia del este: al menos dos días mojados).

*Cielo de lanas, si no llueve hoy, lloverá mañana.*

*If the cock crows on going to bed, he's sure to rise with a watery head.*  
(Si el gallo canta al irse a dormir, seguro que se levanta con la cabeza mojada).

También se puede predecir el buen o mal tiempo observando la luna, el sol o el cielo:

*Mañana de niebla, tarde de paseo.*

*In the old of the moon, a cloudy morning bodes a fair afternoon.*  
(Al ocultarse la luna, una mañana de nubes trae una buena tarde)

*The full moon brings fair weather.*  
(La luna llena trae buen tiempo)

*Sol que madruga, poco dura.*

*The morning sun never lasts a day.*  
(El sol temprano, nunca dura un día).

*No weather is ill if the wind is still.*  
(Ningún tiempo es malo, si no hay viento).

## Características de los meses del año

Los meses del año forman un conjunto temático en que se manifiesta lo que ha sido saber del pueblo a través de generaciones. En esos refranes no sólo se alude al tiempo atmosférico que se prevé, sino también a su influencia en las labores del campo. De entre todos los meses destacan febrero, marzo, abril y mayo, para los que el refranero ha sido muy generoso. Se presenta a continuación una breve muestra de estos dichos populares desglosándolos en cada uno de los meses. Seguro que el lector disfrutará leyendo estas paremias tantas veces dichas y oídas:

Enero:

*En las mañanas de enero, no se dan los buenos días, ni se quitan los sombreros.*

*Enero mojado, bueno para el campo, malo 'pa' el ganado.*

*En enero, bufanda, capa y sombrero.*  
*If grass look green in Janiveer, 'twill look the worser all the year.*  
(Si el pasto está verde en enero, empeorará con el año).

*If Janiveer's calends be summerly gay, 'twill be winterly weather till the calends of May.*  
(Si el uno de enero el tiempo es veraniego, será invernal hasta el uno de mayo)

Febrero:

*Si no llueve en febrero, ningún prado y ningún centeno.*

*If in February there be no rain, 'tis neither good for hay nor grain.*

(Si en febrero no llueve, no será bueno ni para el heno ni para el grano).

*Febrero, cebadero.*

*February's rain fills the barn.*

(Las lluvias de febrero engordan el granero)

Marzo:

*Cuando marzo mayea, mayo marcea.*

*March in Janivier, Janivier in March, I fear.*

(Marzo en enero, enero en marzo me temo)

*Sol de marzo, hiere como un mazo.*

*The March sun raises, but dissolves not.*

(El sol de marzo sale, y no se desvanece).

*Marzo ventoso y abril lluvioso sacan a mayo florido y hermoso.*

*March winds and April showers bring forth May flowers.*

(Los vientos de marzo y las lluvias de abril traen las flores de mayo).

*Cuando marzo va a mediar, debe el invierno acabar.*

*March comes in like a lion and goes out like a lamb*

(Marzo entra como un león y sale como un cordero).

Abril:

*Cuando en abril truena, noticia buena.*

*When April blows his horn, it's good both hay and corn.*

(Cuando abril suena su cuerno, es bueno para el heno y el trigo).

*Abril, aguas mil.*

*April weather, rain and shower both together.*

(El tiempo de abril, lluvia y aguaceros).

*Abril, abriluco, el mes del cuco.*

*On the third of April comes in the cuckoo and nightingale.*

(El tres de abril vienen el cuco y el ruiseñor)

*En abril, quemó la vieja el celemín.*

*The cuckoo goes to Beaulieu Fair to buy him a greatcoat.*

(El cuco va a la feria de Beaulieu para comprar un gabán).

**Mayo:**

*Hasta el cuarenta de mayo, no te quites el sayo.*

*Ne'er cast a clout till May be out.*

(No te deshagas de tu influencia hasta que mayo se haya ido)

*A May cold is a thirty day cold.*

(Un frío de mayo, es un frío de treinta días)

*Mucha agua en mayo, malogra el año.*

*A May flood never did good.*

(Las riadas de mayo nunca traen nada bueno)

*Agua de mayo, pan para todo el año.*

*A wet May brings plenty of hay.*

(Un mayo pasado por agua trae abundancia de heno).

*Hielos en la cruz de mayo, siempre hacen daño.*

*May makes or mars the wheat.*

(Mayo hace o malogra el trigo).

### Junio:

*Cuando llega junio, la hoz en el puño.*

*Cuando junio llega, prepara la hoz y limpia la era.*

*If the eighth of June it rain, it foretells a wet harvest men sain.*  
(Si el ocho de junio llueve, se prevé una cosecha pasada por agua).

*If you look at your corn in May, you 'll come weeping away; if you look at the same in June, you 'll come home in another tune.*  
(Si miras a tu grano en mayo, vendrás llorando, si lo vuelves a mirar en junio, vendrás a casa con otro aire).

### Julio:

*Julio triguero, septiembre uvero.*

*Dice el labrador al trigo: para julio te espero, amigo.*

*A shower in July, when the corn begins to fill, is worth a plow of oxen, and all belongs there till.*  
(Un chaparrón en julio, cuando el grano comienza a engordar equivale a arar con bueyes y todo listo para la siega).

*En julio es mi trigo, y en agosto el de mi amigo.*

*If the first of July it be rainy weather, 'twill rain more or less for four weeks together.*  
(Si el uno de julio llueve, lloverá durante más de cuatro semanas).

### Agosto:

*En agosto frío al rostro.*

*Dry August and warm does harvest no harm.*  
(Un agosto seco y cálido no perjudican la cosecha).

*El sol de agosto, cría aceite y mosto.*

*If the twenty-fourth of August be fair and clear, then hope for a prosperous autumn that year.*

(Si el 24 de agosto hace buen tiempo, buen otoño habrá ese año)

Septiembre:

*Septiembre, se lleva los puentes, o seca las fuentes.*

*El sol de septiembre madura el membrillo.*

*September blow soft, till the fruit's in the loft.*

(Septiembre sopla suave, hasta que la fruta está recogida)

Octubre:

*En octubre, el hogar de leña cubre.*

*On St. Luke's Day<sup>4</sup> the oxen have leave to play.*

(El día de S. Lucas los toros salen a jugar)

*Agua de octubre, las mejores frutas pudre.*

Noviembre:

*En entrando noviembre, quien no sembró, que no siembre.*

*On the first of November, if the weather holds clear, an end of wheat-sowing do make for this year.*

(El uno de noviembre si el tiempo es claro, el final de la siembra para ese año).

*En noviembre, haz la matanza y llena la panza*

Diciembre:

*Cuando en diciembre veas nevar, ensancha el granero y el pajar.*

---

<sup>4</sup> S. Lucas el 18 de octubre. El símbolo de este evangelista es el toro.

*Diciembre tiritando, buen enero y mejor año.*

*On Lady Day the latter, the cold comes on the water.*  
(Después del día de nuestra Señora, el frío viene con el agua)

## **Peculiaridades de las estaciones**

Tanto en inglés como en español encontramos algunos refranes que se refieren, no ya a un mes determinado, sino a la previsión de todo un año:

*Año de neblinas, año de hacinas.*

*Año frío, mucho trigo.*

*El mal año entra nadando.*

*Año de nieves, año de bienes.*

*A snow year, a rich year.*  
(Un año de nieve, un rico año).

Pero nos queremos fijar nosotros aquí, en las estaciones del año, que aparecen reflejadas en los refranes y nos dan información acerca del tiempo que debemos esperar de cada una de ellas, o de las consecuencias que pueden tener en las mismas las adversidades climáticas:

*Cuando el verano es invierno, y el invierno verano, nunca buen año.*

*Summer in winter and a summer's flood, never, boded England good.*  
(Verano en invierno y lluvias en verano, nunca trajeron a Inglaterra nada bueno).

*Cuando el invierno primavera, la primavera invernea*

*Cuando viene la golondrina, el verano está encima.*

*Calenturas otoñales, o muy largas, o mortales.*

*Verano que dura, otoño asegura.*

*Winter is the summer's heir.*  
(El invierno es el heredero del verano)

*An English summer, two fine days and a thunderstorm.*  
(El verano inglés: dos días de sol y una tormenta)

*After a rainy winter, a plentiful summer.*  
(Después de un invierno lluvioso, un verano copioso).

*He that passes a winter's day, escapes an enemy.*  
(El que pasa un día de invierno, escapa de un enemigo)

### **Rasgos típicos de algunas fiestas del año**

Las fiestas populares, muchas de ellas fiestas de la Virgen o de algunos santos, hacen la función de calendarios que van señalando lo que se debe hacer en esa época del año o qué se espera meteorológicamente para ese tiempo. Así lo expresan los siguientes refranes, por ejemplo:

*Cuando la Candelaria plora, ya está el invierno fora.*

*If Candlemas Day be fair and bright, winter will have another flight; if on Candlemas Day it be shower and rain, winter is gone, and will not come again.*  
(Si el día de la Candelaria hace sol, el invierno tendrá su salida; si el día de la Candelaria llueve, el invierno se irá y no volverá).

*Si llueve el día de la Ascensión, cuarenta días de lluvia son.*

*If it rains on Easter day, there shall be good grass but very bad hay.*  
(Si llueve el domingo de Pascua, habrá buen pasto pero muy mal heno).

*Hasta que no pasa santa Quiteria y san Urbano, no te vistas de verano.*

*St. Bartholomew brings the cold dew.*  
(S. Bartolomé trae el rocío frío).

*Desde san Antón, una hora más al sol.*

*Día de santa Lucía, lo que mengua de noche, crece de día.*

*St. Thomas Gray<sup>5</sup>! St. Thomas Gray! the longest night and the shortest day.*

(Santo Tomás, la noche más larga y el día más corto)

*Barnaby<sup>6</sup> bright, Banaby bright; the longest day and the shortest night.*

(San Bernabé; el día más largo, y la noche más corta)

*Por san Blas, la cigüeñas verás, y si no la vieres, mal año esperes.*

*St. Matthee shut up the bee.*

(S. Matías hace callar a la abeja)

*Día de San Miguel, quita el agua de tu vergel.*

*So many days old the moon is on Michaelmas day, so many floods after.*

(Cuantos días tenga la luna en S. Miguel, tantas lluvias después.)

## CONCLUSIÓN

En este Año Internacional de la Astronomía resulta curioso observar cómo la contemplación de los astros puede ser manantial de sabiduría, incluso sin tener a la disposición un telescopio o un observatorio astronómico; la sencilla mirada al firmamento ha hecho que gentes de todas las latitudes y de todas las lenguas leguen a las generaciones posteriores un saber rico en certeras percepciones sobre la naturaleza recogido en paremias populares, como se ha podido colegir de este pequeño trabajo.

Si mirar al cielo ha despertado en el hombre su afán por saber más, sigamos mirando las estrellas y lleguemos a descubrir entresijos de ese mundo que parece tan pequeño al lado del gran universo.

---

<sup>5</sup> Fiesta de S. Thomas Gray el 21 de diciembre.

<sup>6</sup> Fiesta de S. Bernabé el 11 de junio.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- APPERSON, G.L.[1993]. *The Wodsworth Dictionary of Proverbs*. Ware, Hertfordshire, Wordsworth Editions Ltd.
- CANTERA, J. y SEVILLA, J (editores). [2008]: *1001 refranes españoles*. Navarra, Ediciones Internacionales Universitarias.
- CARBONELL, D. [1996]: *Diccionario de Refranes*. Barcelona, Ediciones del Serbal.
- Diccionario Español-Inglés/ English- Spanish* [1992], Glasgow, Harper Collins.
- DOVAL, G. [1997]: *Refranero temático español*. Madrid, Ediciones del Prado.
- English Dictionary for Advanced Learners* [2006],China, Macmillan.
- English Language Dictionary* [1993]. England, Harper Collins Publishers.
- FERGUSON, R. [1983]: *The penguin dictionary of proverbs*. Great Britain, Penguin Books
- MARTINEZ KLEISER,L. [1989]: *Refranero general ideológico español*. Madrid, Hernando.
- RIDOUT, R. [1967]: *The Macmillan Dictionary of English Proverbs Explained*. London, Macmillan Reference Books.
- TIRADO, M. [1987]: *Refranes*. Pedro Muñoz, Perea Ediciones.
- TIRADO, M. [1988]: *Otros refranes*. Pedro Muñoz, Perea Ediciones.
- VVAA. [1974]: *Refranero clásico español. Antología* , Madrid, Taurus.
- [www.cogweb.ucla.edu/Discourse/Proverbs/ English-Spanish](http://www.cogweb.ucla.edu/Discourse/Proverbs/English-Spanish) [24-11-2008]
- [www.learn-english-today.com/Proverbs/proverbs\\_A-K.html](http://www.learn-english-today.com/Proverbs/proverbs_A-K.html) [24-11-2008]
- [www.learn-english-today.com/Proverbs/proverbs\\_L-Z.html](http://www.learn-english-today.com/Proverbs/proverbs_L-Z.html) [24-11-2008]
- <http://www.meteored.com/ram/2218/refranes-meteorologicos-de-noviembre/> [15-02-2009]
- <http://www.meteored.com/ram/1181/refranero-climatico-del-mes-de-septiembre/> [15-02-2009]
- [www.wordreference.com](http://www.wordreference.com) [15-02-2009]



## ASTRONOMÍA PRIMITIVA EN EL MUNDO MEDITERRÁNEO A TRAVÉS DE LA HISTORIA

Juan Roberto Gillman Mellado  
Departamento de Idiomas

### LA EVOLUCIÓN DE LA CONCEPCIÓN COSMOLÓGICA EN LOS PUEBLOS MEDITERRÁNEOS.

#### **Los primeros astrónomos**

El hecho de que nuestros antepasados observaran el cielo desde los albores de la Humanidad es muy significativo. Del cielo venía la lluvia, los truenos, los rayos, el fuego, etc. Es de suponer que todos estos fenómenos, además de la aparición diurna y nocturna, provocaran en el hombre un temor reverencial y el deseo de conocer los cambios que se producían en su entorno y que ya relacionaba con el estado celeste. Muy tempranamente el hombre observó que durante el día, la temperatura era más cálida que durante la noche, y relacionó la aparición del Sol con una temperatura cálida o templada y mientras que, de noche, cuando brillaban en el firmamento la Luna y las estrellas sentía más frío. Hasta que el hombre no fue capaz por sí mismo de producir fuego por fricción de palitos y hierbas secas, el único medio que tenía para obtener el fuego era esperar que cayera del cielo un rayo que incendiara un árbol. También había observado que buena parte del agua de los ríos cercanos a su vivienda provenía de las lluvias que venían del cielo y, que si las lluvias eran escasas, los ríos eran menos caudalosos y las charcas se secaban. Con toda probabilidad comenzaría a observar el Sol y la Luna, al ser estos los dos cuerpos que veía brillar más intensamente, después seguiría observando las estrellas, luego los cometas, los eclipses y así sucesivamente.

Más adelante, el hombre primitivo descubrió en algún momento la relación existente entre los cambios que se producen en el cielo y los movimientos migratorios de las manadas de animales, que eran vitales para

su supervivencia pues le suministraban carne para su sustento, pieles para su vestido y calzado, huesos para fabricar sus armas, grasa para curar sus heridas, etc. También esos cambios climáticos le eran imprescindibles para conocer cuándo podía recolectar frutas y bayas y hacer acopio de frutos secos que podía almacenar durante largo tiempo sin que se estropearan. Esto propició que poco a poco aprendieran a orientarse en la noche guiándose por las estrellas y, posteriormente, elaborasen los primeros calendarios basándose en los distintos periodos de la Luna o en los cambios en las estrellas y en el Sol. Así, surgieron los calendarios solares, lunares y lunisolares, estos últimos ideados por asirios y babilonios

La mayoría de las constelaciones se definieron hace unos 2500 años en el área mediterránea. Los griegos y otros pueblos creían que las estrellas eran fijas, dado que las agrupaciones a las que ellos dieron nombre y conocemos como constelaciones, formaban unas supuestas figuras.

El hombre primitivo creía que el día y la noche dependían del cielo y, por ende, también su vida. La astronomía puede ser considerada como la primera, la más vieja de todas las ciencias. Los sumerios fueron con toda probabilidad los primeros en elaborar un calendario debido a la necesidad de conocer los ciclos agrícolas, y los primeros en celebrar festividades con arreglo a ese calendario pues los dioses tenían que proteger sus cosechas.

Asirios y babilonios observaron que las estrellas desaparecían diariamente por el horizonte, pero que cinco de ellas variaban su posición noche tras noche mientras que las demás eran fijas. Los cinco planetas conocidos en la Antigüedad eran llamados en Mesopotamia “las ovejas salvajes” en la colección de presagios Enuma Anu Enlil hacia el 900 a. C. Esas cinco estrellas, a las que los griegos llamaban “estrellas errantes”, eran los cinco planetas visibles a simple vista y que toman los nombres de los dioses, (igual que el Sol, llamado Faetón o la estrella de Zeus y la Luna, que eran dioses) Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Los babilonios observaron que en el camino celeste del Sol, éste, antes del amanecer, era precedido por una constelación, pero cada mes era precedido por una constelación distinta y al año volvía a seguir el Sol a la primera constelación, a esto lo llamaron el Zodíaco. A estas constelaciones las conocemos por sus nombres latinos, pero son las mismas que

descubrieron los babilonios. Se conservan listas de estrellas en tablillas de arcilla con escritura cuneiforme. Las constelaciones de los babilonios son muy similares a las que conocemos actualmente y, con toda probabilidad, las habrían aprendido de los sumerios.

El siguiente paso fue la observación del cielo con fines adivinatorios y hacer presagios. Los mesopotámicos deseaban conocer el futuro de un hijo. Los sacerdotes-astrónomos observaban el cielo en el momento de nacer un niño: de este modo, la astronomía científica daba paso a la astrología pseudocientífica<sup>1</sup>. Los calendarios mesopotámicos, lunares, eran imperfectos y había que agregar un mes cada cierto tiempo para completarlos, ya que estaban basados en el ciclo lunar, pero los sacerdotes egipcios se dieron cuenta de que el Sol era el verdadero regulador de las cosechas y elaboraron un calendario solar de 365 días divididos en 12 meses de 30 días más cinco días adicionales. Ésta fue la causa de que los sacerdotes tuvieran tanto poder en Egipto y que la civilización egipcia fuera una civilización hierática, pero cada cuatro años se retrasaba el Sol, cosa importante para los egipcios que necesitaban saber con exactitud cuándo se produciría la inundación del Nilo cubriendo de fango sus riberas. Descubrieron que este fenómeno anual coincidía exactamente con la aparición, a fines de la primavera, de Sirio (la Sopdet de los egipcios y la Sothis de los griegos), la estrella más brillante de nuestro cielo. Pero hacia el 19 de julio, Sirio, tras haber sido mucho tiempo invisible, podía verse de nuevo poco antes de salir el Sol (aparición del orto helíaco). Los sacerdotes descubrieron que la aparición de Sotis coincidía con el solsticio de verano y con las grandes inundaciones de Egipto por el desbordamiento del Nilo, fenómeno de vital importancia para la economía egipcia, no en vano Heródoto decía que Egipto era un don del Nilo. No es de extrañar que para los egipcios la Vía Láctea fuera el Nilo celeste, ese Nilo celestial se encontraba en el cielo, el cual era plano y se apoyaba en las montañas.

Los egipcios creían que el cielo estaba representado por la diosa Nut, divinidad con cuerpo de mujer que extendía sus cuatro extremidades para

---

<sup>1</sup> Entre los muchos personajes que deseaban conocer el destino de un hijo recién nacido y que, al ser adverso para el padre, era rechazado por éste y abandonado o puesto en prisión; encontramos numerosos ejemplos, tanto en la mitología de los pueblos mediterráneos, (v. gr. Edipo, Rómulo y Remo, etc.) como en la literatura, (v. gr. Segismundo de *La vida es sueño* de Calderón de la Barca)

abarcar y proteger todo el firmamento. Los cuatro puntos en los que se apoyaba Nut eran los puntos cardinales. Geb (la Tierra) servía de soporte a Nut. Es en este firmamento divino donde Amón-Ra, el dios solar egipcio, recorre su curso diario en una barca a través de un imaginario Nilo celestial.

El calendario egipcio tenía tres estaciones que estaban marcadas por los fenómenos atmosféricos y la crecida del Nilo: Akhet o periodo de la inundación; Peret o “salida” de las tierras emergiendo del agua, que equivaldría al invierno egipcio, mucho más templado que el nuestro; ésta era la estación de la siembra. La tercera estación era el verano o Shemú, esto es, “la falta de agua”, que era el momento de la cosecha.

Cada una de estas estaciones tenía cuatro meses. La apertura del año egipcio ocurría el primer día del primer mes de la Inundación, es decir, aproximadamente cuando Sirio comenzaba de nuevo a observarse un poco antes de la salida del Sol.

En tiempos de Nabonasar, fundador del reino babilónico, se elaboró el calendario babilónico. Esta era comenzaba en el año 747 antes de Cristo. Su calendario tenía 365 días sin intercalación alguna. Esta cronología desapareció en la época de Antonino Pío, el cuarto de los “Cinco buenos emperadores” romanos y famoso constructor del muro de su nombre en Escocia.

### **La consagración de la astronomía como ciencia en Grecia**

La concepción del universo en el mundo griego no fue nunca estática, pues fue variando, siempre que no atentaran contra las creencias religiosas establecidas, según se producían nuevos descubrimientos que ayudaban a conocer mejor el universo. Así, el lucero matutino y el vespertino hoy sabemos que es el mismo, el planeta Venus, pero en la Antigüedad clásica creían que eran dos cuerpos celestes diferentes. En tiempos de Hesíodo se les llamaban Eosforos y Hesperos respectivamente, pero en época de Parménides de Elea ya se los consideraba como un mismo cuerpo celeste.

Esos cambios en la concepción del universo se debieron a que en el mundo griego se produjeron importantes descubrimientos: Astronomía y Filosofía van a ir de la mano y van a dar nacimiento a la Física, la ciencia

que estudia la naturaleza. Esta conjunción permitirá que las Matemáticas den un gran paso hacia delante: Tales de Mileto, uno de los Siete Sabios de Grecia, fue uno de los primeros filósofos en rechazar la explicación mítica del cosmos y nos abrió la puerta a la Ciencia, con mayúscula, dejando de lado las explicaciones cosmogónicas de los pueblos mesopotámicos y de Egipto que las relacionaban con los dioses y justificaban la creación del mundo por los dioses. Estos avances suponen, junto a la observación y la imaginación habituales, la aparición de la razón. El hombre, puede decirse que con los griegos, aprende a pensar. Anaximandro, discípulo de Tales, formula una teoría contraria a la de su maestro que creía que la Tierra se apoyaba en el agua. Anaximandro cree que la Tierra está suspendida en el universo. Esta idea era revolucionaria, pues si la Tierra era algo sólido ¿cómo podía estar suspendida sin caer hacia abajo como cualquier otro sólido? Él explicaba que la Tierra estaba rodeada de una neblina donde había agujeros (el apearon) y esos agujeros eran los cuerpos celestes visibles: Sol y estrellas. Pero Anaximandro hace otra aportación trascendental a la ciencia: quiere conocer la distancia existente al Sol y la Luna; sus mediciones son erróneas, pero suponen un intento racional de ampliar los conocimientos del hombre. Anaximandro creía que la Tierra era el centro del mundo (el onfalos u ombligo del universo) ¡teoría que hasta Copérnico y Galileo va a ser creída a pies juntillas por científicos y teólogos durante 23 siglos!

Anaxágoras, filósofo y maestro de Pericles, observando la Luna, llega a la conclusión de que la Luna tiene valles y montañas, también cree que la Luna no tiene luz propia y, en consecuencia, es un cuerpo frío y que si brilla en la noche es porque la luz que se desprende del Sol se refleja en ella. Anaxágoras va a ser el primero en formular correctamente las fases lunares, para ello se basa en la posición de la Luna respecto de la Tierra y el Sol. En el año 467 antes de Cristo, Anaxágoras dijo que el Sol era una masa incandescente y que era mayor que el Peloponeso<sup>2</sup> y que la Luna era una roca que reflejaba la luz del Sol. Fue el primero que pensó que había otros mundos habitados. Demócrito (460- 370 a. C.) creyó que el haz blanco que hoy conocemos como Vía Láctea, era en realidad un conglomerado de

---

<sup>2</sup> La península del Peloponeso tiene una superficie de: 21.463 Kilómetros cuadrados. Los griegos creían que el Sol era del tamaño de un pie.

muchísimas estrellas, demasiado tenues individualmente para ser reconocidas a simple vista. Su idea no fue respaldada hasta que en 1609 Galileo Galilei con su telescopio comprobó que Demócrito estaba en lo cierto: el cielo estaba lleno de estrellas.

Las creencias de Anaxágoras causaron su condena a muerte inaugurando así una tortuosa y complicada relación con las clases dirigentes y la sacerdotal. En el juicio que sufrió Anaxágoras, el juez le preguntó si reconocía la naturaleza divina de los astros. Anaxágoras respondió negativamente y explicó que los planetas y la Luna eran cuerpos sólidos semejantes a la Tierra lanzados y proyectados en el espacio...

El juez volvía a preguntarle:

- ¿Aceptas que un milagro ha creado el mundo?

- No, ni un milagro ni ningún dios han creado el mundo. Éste ha surgido de la condensación de la materia que ya existía antes del mundo.

Como consecuencia de estas declaraciones, Anaxágoras fue condenado a muerte. Este juicio escondía una intención política puesto que Anaxágoras era amigo y maestro de Pericles, el instaurador de la democracia ateniense, y los jueces y las clases dirigentes temían ver mermado su poder, por ello, eliminando a un amigo de Pericles, intentaban debilitar el poder de Pericles. Afortunadamente, Pericles logró que le conmutaran la pena a cambio del destierro.

Hacía ya mucho tiempo que el hombre había observado que el año solar tenía 365 días, pero al cabo de un tiempo, los científicos se dieron cuenta de que había un desfase estacional. Eudoxo de Cnido (408-355 a. C.), el padre de la Astronomía matemática, calculó que el año, además de los 365 días, tenía seis horas más. Otra aportación de Eudoxo a la Astronomía -aunque hay dudas sobre si fue el primero o no en llegar a elaborar esta teoría-, fue que, partiendo de la base de que existían claras irregularidades en los movimientos de los planetas, pudo explicar los movimientos planetarios y del Sol. Eudoxo suponía que la Tierra permanecía inmóvil en el centro del Universo y que el resto de los planetas y el Sol eran esferas que ejecutan movimientos giratorios alrededor de ella. Eudoxo nos habla de tres esferas para el Sol y la Luna y cuatro para cada uno de los cinco planetas, con diferentes ejes de giro. Estas esferas estaban situadas unas dentro de otras,

todas ellas concéntricas con la Tierra. Así se explicaban los movimientos oblicuos a lo largo de la eclíptica.

Pitágoras de Samos, el famoso formulador del teorema que lleva su nombre y fundador de la escuela pitagórica en la ciudad de Crotona, en el sur de Italia, región entonces perteneciente a Grecia, formuló el concepto del orden cosmogónico: los astros se movían observando ciertas reglas. Esta formulación, unida al hecho de que en la fraternidad pitagórica se admitiese a las mujeres como iguales y que pudieran opinar y formular teorías, se consideró como una impiedad condenando a los pitagóricos, entre ellos a Filolao, al exilio. Filolao formuló la teoría incomprendida y rechazada de que la Tierra giraba sobre su propio eje.

Como puede verse, la Ciencia, tal como todavía hoy está sucediendo incluso en la nación más poderosa del mundo, los EEUU, donde las teorías creacionistas están enfrentadas a las evolucionistas, ha sido a menudo objeto de persecución y mofa.

Uno de los discípulos de Filolao, Heráclito de Ponto, descubrió que Venus y Mercurio giran alrededor del Sol y que la Tierra se mueve. Esta aportación a la ciencia también podía considerarse herética pues se pensaba que todos los cuerpos giraban alrededor de la Tierra.

Las aportaciones de Platón y Aristóteles fueron menos significativas en el campo de la Astronomía que entre otros campos científicos. No obstante, Platón formuló la teoría de la esfericidad de la Tierra; la teoría platónica de la esfericidad de la Tierra es apoyada por Aristóteles, quien afirma que la Tierra es redonda y no plana, puesto que en el mar cuando un barco aparece en el horizonte se ven primero las velas y posteriormente el casco del barco y, si la Tierra fuera plana, sería obvio que las velas y el casco del barco aparecerían a la misma vez. Esta teoría formulada ya por Platón y razonada por Aristóteles, fue confirmada por las observaciones del director del Museo y de la Biblioteca de Alejandría. Los egipcios helénicos creían que la ciudad de Siena o Swenet (la actual Asuán, en el sur de Egipto) estaba situada justamente debajo del trópico y que durante el día del solsticio de verano una persona o un objeto vertical no tendría ninguna sombra.

Eratóstenes de Cirene<sup>3</sup>, hacia el 230 a. C., calculando la distancia existente entre las ciudades egipcias de Alejandría y de Siena, demostró que la Tierra no era plana y determinó la circunferencia de la Tierra gracias a un pozo existente en esta última ciudad, donde el 21 de junio el Sol se reflejaba en el pozo sin dar sombra alguna, cosa famosa que producía el asombro de los egipcios. Eratóstenes calculó la oblicuidad de la elíptica<sup>4</sup>, es decir, la circunferencia máxima de la esfera celeste por el movimiento del Sol durante un año, basándose en la longitud de la sombra en el solsticio y haciendo una estimación bastante exacta de la circunferencia de la Tierra (la oblicuidad a la elíptica en ese momento la calculó en  $23^{\circ} 51'$ , ¡un error de 1% respecto del valor real de ese momento! Eratóstenes fue consciente de que si el eje de la Tierra fuera perpendicular a la elíptica no existirían las cuatro estaciones del año, puesto que los rayos solares inciden sobre la Tierra con mayor o menor perpendicularidad, ya que entonces cualquier punto del planeta recibiría por igual los rayos solares al estar bajo el mismo ángulo.

Trescientos años después de que Anaxágoras fuera tomado por loco por haber dicho que el Sol era mayor que el Peloponeso, Aristarco de Samos, corrió la misma suerte de ser tomado por loco o de ser declarado impío al atreverse a decir que la Tierra giraba alrededor del Sol y no de su propio eje, teoría ya esbozada por Filolao. Hasta entonces, ningún griego negaba la inmovilidad de la Tierra. Platón, más de un siglo antes, había escrito en uno de sus últimos diálogos *Timeo* donde expone su concepción cosmológica: “Alrededor de la Tierra, que descansa en el centro del mundo, se mueven el Sol, la Luna y cinco astros más”<sup>5</sup>.

Aristarco inaugura así la saga de matemáticos y geómetras heliocentristas, entre los que se contarán la monja erudita Hildegarda de Bingen (1098-1179), Nicolás de Oresme (personaje fundamental en el pensamiento medieval y que admitía la posible existencia de otros mundos

---

<sup>3</sup>Eratóstenes, gran matemático y geómetra, también ideó el algoritmo o Criba de Eratóstenes para averiguar los números primos; asimismo, inventó la esfera armilar y calculó la duplicidad del cubo e ideó el calendario que, posteriormente, recibiría el nombre de juliano por ser adoptado en época de Julio César y que, en 1582 sufrió algunas correcciones por orden del Pontífice Gregorio XIII, calendario que hoy conocemos con el nombre de gregoriano.

<sup>4</sup>Elíptica, etimológicamente, significa línea.

<sup>5</sup>Platón: *Diálogos. Timeo*.

habitados), Giordano Bruno (quemado en Roma en 1600 por sostener sus teorías) y Galileo Galilei, negando la teoría geocéntrica que consideraba la Tierra como centro del Universo. Esto acarrió a Aristarco una condena por impiedad, ya que si la Tierra, la “Casa de los Dioses”, sede del fuego, se movía, se perturbaría el descanso de los dioses. Aristarco fue el autor de un Tratado sobre las magnitudes y las distancias del Sol y de la Luna donde da cuenta de la pequeñez de nuestro planeta al calcular la distancia del mismo respecto al Sol en dieciocho veces mayor que la distancia de la Tierra a la Luna <sup>6</sup>. Únicamente Seleuco de Seleucia (hacia el 150 antes de Cristo) creyó en Aristarco cuyas teorías escandalizaron a sabios incluso de la talla de Arquímedes, que se burló de las mismas, puesto que la teoría geocéntrica era la única admitida hasta entonces, y hasta la “revolución copernicana” hubo de esperar la Astronomía el inicio del lento abandono del geocentrismo, siendo hasta entonces, dieciocho siglos después de formuladas, consideradas como peligrosas las teorías de Aristarco<sup>7</sup>.



Figura 1. La Tierra como centro del universo, de la Cosmographia de Apiano.

<sup>6</sup> En realidad está a 389 veces más lejos de nuestro planeta que de la Luna.

<sup>7</sup> Andreas Oslander, el teólogo luterano, al revisar la edición de la obra de Copérnico *De las revoluciones de las Órbitas Terrestres* eliminó las menciones que Copérnico, conocedor de la obra de Aristarco de Samos, hacía de este astrónomo griego, por considerarla peligrosa. El famoso humanista alemán Peter Bienewitz, más conocido como Pedro Apiano, astrónomo del emperador Carlos V, publicó su *Cosmographia* en 1524 y en esta obra aparece la Tierra como centro del universo, sosteniendo la teoría oficial geocéntrica propia de la época (Figura 1).

## **Hiparco: de la intensidad más brillante al eclipse de la astronomía**

Hacia el año 190 a. C., dos años antes de la muerte de Eratóstenes, nace el más grande de los astrónomos de la Antigüedad clásica, Hiparco de Nicea. Hiparco vivió en la isla de Rodas, por lo que se le conoce frecuentemente como “el observador de Rodas”. Al igual que Eratóstenes, llegó a ser director de la prestigiosa Biblioteca de Alejandría. Hiparco fue el constructor de los primeros astrolabios -instrumentos fundamentales para la navegación-, inventor de la trigonometría, descubridor de la precesión de los equinoccios, elaborador de un mapa celeste y del primer catálogo de estrellas (con más de 1000 estrellas catalogadas) clasificadas según su intensidad en magnitudes, y clasificándolas también por constelaciones, lo que fue de gran ayuda para los astrónomos posteriores en sus observaciones de movimientos estelares.

Hiparco va a ser el mayor, pero también el último de los grandes astrónomos de la antigüedad. Alejandría va a ser englobada en el imperio romano y esto va a suponer la decadencia de esta ciencia. Dentro de la época clásica posterior a Hiparco [Augusto Arcimis, tomo I: 279-323.], únicamente Claudio Ptolomeo (Tolomeo), el famoso geógrafo alejandrino, merecerá ser recordado entre los astrónomos más afamados, no solo por sus aportaciones astronómicas, tales como el establecimiento de normas para predecir los eclipses, sino también por su esfuerzo en recopilar los conocimientos científicos de los astrónomos y matemáticos de la Antigüedad. Tolomeo escribió los trece volúmenes de su *Hè Megalè Sintaxis* o *Composición Matemática*, más conocido entre nosotros por su nombre árabe, el *Almagesto* (Al Majisti, cuyo significado es “el más grande”). El astrónomo y meteorólogo español Arcimis dice respecto a las aportaciones de Tolomeo en relación con el planeta Venus: Tolomeo, el 17 de enero de 272 antes de Cristo, hizo observaciones de este planeta que recogió en su *Almagesto*. Estas observaciones habrían de ser consideradas como las de más antigua datación conocida si no fuera por las tablillas encontradas en Babilonia y datadas hacia el 2540 antes de Cristo. Igualmente, Tolomeo parece que fue el primero en hacer observaciones precisas de Júpiter: en el libro X, capítulo III del *Almagesto*, Tolomeo consigna que en la mañana del 18 del mes egipcio Epifi el planeta eclipsó a la estrella delta de Cáncer, ochenta y tres años después de la muerte de Alejandro Magno (fallecido en 323 antes de Cristo), es decir, el 3 de

septiembre del 240 de nuestra era [Augusto Arcimis, op. cit. tomo I, pág. 279 y 323].

Los romanos creían que el cielo estaba dividido en esferas, esta creencia perduraría largo tiempo siendo admitida como real por los árabes. Dante Aligheri, el genial autor de “La Divina Comedia”, acepta también esta creencia. Cicerón escribe un pasaje en el que nos habla de las esferas celestes: “La primera de las Siete Esferas está ocupada por la Estrella que en la Tierra se llama Saturno. Luego viene la esfera de esa espléndida Estrella, saludable y afortunada para la raza humana, llamada Júpiter. Luego viene la Esfera Roja, terrible para la Tierra, a la que llamáis Marte. Bajo estas esferas, y casi en la región media, está situado el Sol, el Dirigente, Jefe y Gobernador de las otras Luces, la mente del Mundo y el principio organizador, de tan maravillosa magnitud que ilumina e impregna con su luz todas las partes del Universo. Las Esferas de Venus y Mercurio siguen al Sol en sus respectivos cursos como compañeras suyas. En la Esfera inferior la Luna gira iluminada por los rayos del sol. Bajo ésta en verdad no existe nada que no esté sometido a la muerte y decadencia, salvo las Almas, que por donación de los Dioses han sido entregadas a la raza humana. Por encima de la Luna todas las cosas son eternas, pero la Esfera de la Tierra, que ocupa un lugar medio y es la novena, no se mueve: es la más baja y a ella son atraídos todos los cuerpos por su propia gravedad”[ Marco Tulio Cicerón].

Roma, volcada en el engrandecimiento de su imperio, no estaba interesada en otro tipo de ciencia que no fuera la ciencia práctica, es decir, las matemáticas, ingeniería, etc., por lo tanto, la astronomía va a vivir un largo letargo en Occidente dando la espalda a los cielos durante varios siglos. Persas y árabes continuaran los estudios astronómicos en Oriente, mientras que Occidente no despertará de su prolongado letargo hasta que se desempolven los viejos tratados en el Renacimiento.

Después del incendio de la Gran Biblioteca de Alejandría, el conocimiento astronómico occidental quedó conservado por los árabes. La tribu de los omeyas, que habían servido como soldados auxiliares romanos en el periodo bizantino y se habían helenizado, constituyó la punta de lanza para la introducción de la actividad científica en el mundo árabe. En el año

700 de nuestra era los Omeyas fundan en su capital, Damasco, un observatorio astronómico.

El estudio de la astronomía, impulsada por los califas omeyas, va a ser continuada por sus sucesores abásidas. En el año 773 después de Cristo, Abu Abdallah Al-Mansur, segundo califa de Bagdad, manda traducir las obras astronómicas hindúes, los Siddhantas. Se introducen así, los símbolos numéricos hindúes.

En el año 829 de nuestra era el califa Al-Mamúm funda el observatorio astronómico de Bagdad, lugar crucial donde se estudiaría la oblicuidad de la Eclíptica. En el año 850 d. C., Al-Farghani escribe El libro de reunión de las estrellas, un extraordinario catálogo con medidas muy precisas de las estrellas.

La aportación de árabes y persas va a ser fundamental pues ellos, no sólo recogieron la antorcha del conocimiento científico de los astrónomos y matemáticos griegos, sino que contribuyeron decisivamente con sus cálculos y descubrimientos al desarrollo de esta ciencia que, en Occidente, gracias al emperador alemán Federico de Hohenstaufen -“Stupor mundi”- en Sicilia y en Toledo al rey Alfonso X, que se rodearon de sabios árabes, se difundió el conocimiento astronómico clásico y arábigo en Europa. Se va a producir así, una especie de tiovivo que termina en un sistema políglota de las constelaciones griegas con nombres latinos, pero cuyas estrellas llevan nombres árabes.

### **Los cometas y los eclipses: presagio de males**

Es obvio que, tras la observación más o menos sistemática del Sol, la Luna, las estrellas y los planetas, los primitivos astrónomos pasasen a observar los cometas. Los pueblos de la Antigüedad confundían los meteoros con los cometas y los bólidos con las auroras boreales; estos fenómenos eran considerados como sobrenaturales y se consideraban mensajeros de terribles desgracias. Los lacedemonios llamaban a los cometas “vigas inflamadas”. Estas “vigas inflamadas” presagiaban guerras, hambres y catástrofes enviadas por los dioses.

Plinio el Viejo, en su *Historia Natural*, al hablar de los cometas dice: “Se trata de un astro terrorífico en alto grado y que no se aplaca fácilmente como ocurrió... en la guerra entre César y Pompeyo” [Plinio el Viejo, Libro II: 55] .

Asimismo, se consideraba que eran anuncio de nacimiento y muerte de los príncipes: algunos de los muchos ejemplos son el cometa del año 336 que “anunció” la muerte del emperador Constantino, el de 455 la del emperador Valentiniano, el de 632 la de Mahoma, el de 814 la de Carlomagno y otros cometas en tiempos posteriores las del rey inglés Ricardo Corazón de León, el rey francés Felipe Augusto, el duque de Borgoña Carlos el Temerario, y los españoles Felipe el Hermoso y Fernando el Católico.

El más famoso cometa es, sin duda, el cometa Halley (1P/Halley) que aparece, aproximadamente, cada 76 años; este cometa fue observado por primera vez en el año 239 a. C., y hay quienes creen que éste fue el que guió a los Magos de Oriente a Belén. Los normandos conquistaron Inglaterra en 1006 guiados, según creían ellos, por este cometa (ver la Figura 2), recogido en el Tapiz de Bayeux llamado también Tapiz de la Reina Matilde.

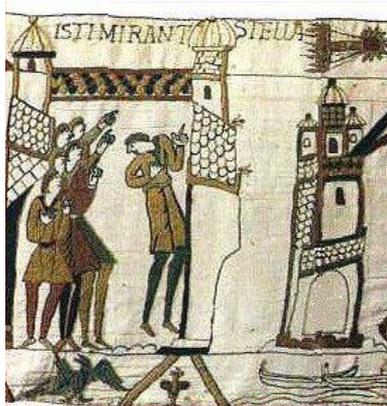


Figura 2. Tapiz de Bayeux: La aparición del cometa Halley.

Es curioso que el origen de la oración del Ángelus esté relacionado también con la aparición del cometa Halley. Cuando en 1456 el sultán turco Mahomet II, el conquistador de Constantinopla, Bosnia, Serbia y Grecia, sitiaba Belgrado defendida por los húngaros, apareció dicho cometa provocando el pánico de los defensores de la ciudad. El Pontífice español Calixto III, de la familia de los Borja o Borgia, contagiado del pánico general, ordenó que en todo el orbe cristiano se hicieran rogativas para conjurar la amenaza y concibió la antedicha plegaria.

Virgilio, al final de la primera *Geórgica*, nos cuenta el horror que producía en el vulgo estos prodigios:

”Non alias caelo ceciderunt plura sereno  
Fulgura: nec divi toties arsere cometae”

(Jamás estando el cielo tan sereno  
Se oyó la voz del trueno,  
Ni cayó el rayo, ni encendió el cometa  
Su siniestro blandón que al orbe inquieta)<sup>8</sup>

Arcimis cita un caso más próximo a nosotros que ilustra ese pánico cerval provocado por los cometas y por otros fenómenos naturales: “Durante la aparición de la aurora boreal de 24 de noviembre de 1876, un gobernador de provincia de una nación civilizada consultó a su gobierno sobre la consulta que debía seguir en vista de este fenómeno para el desconocido; el gobierno le contestó que estas manifestaciones indicaban el momento en que los gobernadores de las provincias debían presentar la renuncia de sus cargos” [Augusto Arcimis: op. cit. Tomo II: 10].

El eclipse más antiguo del que se tenga noticia es el ocurrido el 13 de octubre de 2128 antes de Cristo, recogido en los anales chinos. En Occidente, Tales de Mileto, uno de los Siete Sabios de Grecia, predijo el eclipse de sol del 28 de mayo del 585 a. C., siendo el primer astrónomo que explicó acertadamente estos fenómenos.

---

<sup>8</sup> *Poesía antigua. Las Geórgicas de Virgilio*, pág. 48 (Traducción de Juan de Arona).

Los eclipses, al igual que los cometas, eran temidos y provocaban el pánico de los hombres. Un ejemplo de esto lo tenemos en la expedición que los atenienses, dirigidos por Pericles, emprendieron contra los lacedemonios, sus enemigos tradicionales. Se produjo un eclipse de sol (el 3 de agosto del 431 a. C.) y los atenienses, atemorizados por la oscuridad repentina, creyeron que era un mal augurio que presagiaba el fracaso de la empresa rogando a su general que no zarpase la flota expedicionaria. Pericles, quitándose su clámide, se la puso sobre la cabeza cubriendo sus ojos y preguntó si veían en eso algo pavoroso, como la respuesta fue negativa, Pericles dijo: “¿Y qué diferencia hay entre esto y lo otro, si no es que algo más grande que mi clámide produce el eclipse?”

## LA CONCEPCIÓN COSMOGÓNICA EN LOS PUEBLOS MEDITERRÁNEOS Y SU PERVIVENCIA EN EL MUNDO RURAL.

### **La cosmogonía en el mundo mediterráneo**

“En primer lugar existió el Caos, después Gea la de amplio pecho. ...Del Caos surgieron Erebo y la negra Noche. De la Noche, a su vez, nacieron el Éter y el Día, a los que alumbró preñada en contacto amoroso con Erebos. Gea alumbró al estrellado Urano con sus mismas proporciones. ...Ella igualmente, parió al estéril piélago de agitadas olas, el Ponto, sin mediar el grato comercio. Luego, acostada con Urano, alumbró a Océano de profundas corrientes” [Hesíodo: 16-17)].

En la época de Homero la mayoría de las constelaciones no estaba asociada a ningún mito ni a ningún héroe o dios específico. Eran conocidas como simples objetos, como la Lira o el Carnero (Aries) pero a partir del siglo V antes de nuestra era comenzaron a asociarse con la mitología, y fue Eratóstenes con sus Catasterismos quien culminó la “mitologización” de las estrellas. Seznec dice que en la época de Eratóstenes, “la fusión entre astronomía y mitología era tan completa que ya no se hacía distinción entre ambas” [Seznec, Jean: 37-40], de modo que las estrellas no solo eran identificadas con dioses y héroes sino también eran concebidas como algo divino.

Los griegos denominaron “planetes”, que quiere decir “vagabundos”, pues descubrieron que no eran fijos, a los cuerpos celestes más brillantes exceptuados el Sol y la Luna. Marte, Júpiter y Saturno. Creían que estos cuerpos giraban en torno a la Tierra, estimada como el centro del universo. A este universo cambiante le asignaban los antiguos griegos la capacidad de moverse de un modo inteligente, llamándolo “el alma del mundo”. El significado de la palabra latina *Universus* es lo que gira siempre en el mismo sentido.

Mercurio y Venus, amén de la Tierra (Gea), fueron concebidos como llenos de vida y considerados como divinidades al ser conceptuados como sobrenaturales, como algo que no podían explicar racionalmente. De ahí que fueran llamados con nombres de dioses griegos: Hermes, el más próximo al Sol, fue el nombre del planeta que atravesaba el cielo a mayor velocidad<sup>9</sup>, mensajero de los dioses, los romanos lo llamaron *Mercurius* (el Set de los egipcios). El segundo planeta más cercano al Sol recibió el nombre de Afrodita (Venus en la mitología romana), diosa de la belleza, pues resplandece en el cielo como la más bella de las joyas. Marte recibió el nombre de Ares (el Mars de los romanos) por sus destellos rojizos. El planeta rojo fue asociado al color de la sangre, a la guerra, de la que era dios Marte. El quinto planeta era el más brillante de la bóveda celeste si exceptuamos al hermoso Venus, por ello recibió el nombre del más poderoso de los dioses, Zeus (Júpiter). El sexto planeta recorre más lento el espacio sideral, los griegos veían en él el caminar de un anciano y por eso lo llamaron Cronos (*Saturnus*), el padre de Zeus, destronado por éste en su ancianidad y que vivió retirado después de ser vencido por su hijo. Respecto al planeta Venus, la estrella matutina, su brillo y hermosura despertaron la admiración de los observadores más antiguos del firmamento. Su belleza le hizo compararlo al profeta Isaías al Ángel caído, Lucifer (el que porta la luz) llamado también Luzbel (Luz hermosa) cuando dice “¿Cómo caíste del cielo, oh Lucero, hijo de la mañana! [Isaías, 14,12]. Pero Venus no sólo aparece por la mañana. También lo hace a veces por la tarde, de ahí su otro nombre, estrella vespertina, ya que los griegos llamaban a Venus, *Vesper*. Homero la llama *Callistos* (“hermosa”). Los árabes, no quedándose cortos,

---

<sup>9</sup> La órbita de Mercurio es la más rápida de los planetas. Sólo tarda 88 días en girar alrededor del Sol mientras que Saturno emplea algo más de 29 años en dar una vuelta completa alrededor del Sol)

la llamaron Al Zohra (“esplendor del cielo”). Los primeros en hacer observaciones metódicas de este planeta fueron los asirios. En las excavaciones de Babilonia se encontró una tablilla de barro cocido en que se documenta una observación en el 685 antes de Cristo [Augusto Arcimis, op. cit., tomo I: 99-100].

En el mundo grecorromano se conocían seis planetas: Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Además de éstos, actualmente contamos a Urano y Neptuno, planeta intuido y prácticamente descubierto en 1846 gracias a cálculos matemáticos por el químico y matemático francés Urbain Leverrier. Plutón está muy discutido, tanto por su tamaño como por su masa y, asimismo, Ceres, Quirón, Eris, Caronte o cualquiera de los doscientos cuerpos celestes que son discutidos como asteroides y otros consideran como planetas enanos<sup>10</sup>.

El descubrimiento de nuevos planetas con posterioridad a la época clásica, mantuvo la tradición de nombrarlos con nombres de dioses de la mitología grecorromana. No obstante, John Flamsteed en 1690 fue el primero en observar Urano y lo catalogó como la estrella 34 de la constelación de Tauro. Cuando el astrónomo autodidacta Sir William Herschel se construyó su propio telescopio pudo redescubrir en 1781 un nuevo planeta, que inicialmente creyó ser un cometa o una estrella nebulosa. Herschel, al ser consciente ya en 1783 de que aquello no era sino un planeta, bautizó este nuevo planeta con el nombre de “Georgium Sidus”, la “Estrella de Jorge” en honor a Jorge III, el monarca reinante en Gran Bretaña, lo que escandalizó a la comunidad científica no británica. El astrónomo berlinés Johann Elert Bode zanjó la cuestión llamándolo Urano, padre de Cronos (Saturno), basándose en la idea de que Mercurio, Venus y Marte eran hijos de Júpiter y éste de Saturno, y si partimos desde el Sol al exterior del universo parece lógico que el nuevo planeta recibiera el nombre de Urano, padre de Saturno, abuelo de Júpiter, es decir, desde el Sol al exterior iríamos de los “más jóvenes” a las generaciones de dioses “más antiguas”.

---

<sup>10</sup> El 24 de agosto de 2006, la Unión Astronómica Internacional (UAI) determinó que Eris, junto con Plutón, eran planetas enanos del Sistema Solar, pero no planetas propiamente dichos.

Con el descubrimiento de la metalurgia, los pueblos grecorromanos asociaron estos planetas con los siete metales conocidos entonces: el Sol, de color áureo, era representado por el oro, rey de los metales y la plata sería el símbolo de la Luna, Venus, diosa de la belleza, cuyo nacimiento tuvo lugar en las costas de Chipre, fue asociada al cobre, pues esta isla era rica en cobre y el nombre de la isla tenía el mismo nombre que ese metal. Mercurio, el planeta más veloz en girar alrededor del Sol, fue representado por el mercurio, metal líquido movable. Marte, dios de la guerra, tendría relación a los ojos del mundo grecorromano con el hierro, metal utilizado para fabricar armas. El estaño, de aspecto blanquecino, se asoció a Júpiter, planeta de blancos destellos. Por último, el plomo, metal muy pesado, se asoció al viejo Saturno, de lento recorrido y pesado andar. Es curioso ver las representaciones que, según algunos eruditos, tuvieron Marte y Venus para los alquimistas. El símbolo de Marte (♂), dios guerrero por excelencia, es un escudo del que asoma una lanza. El de Venus (♀), diosa de la belleza y la coquetería, es un espejo con mango. El planeta rojo ya era llamado por los hebreos “Abasado” y los griegos “Incandescente”.

Asimov nos cuenta cómo en la medicina antigua había quedado el recuerdo de esta asociación del viejo Saturno con el plomo: “El cólico saturnino es un antiguo término médico para designar la intoxicación con plomo” [Asimov, Isaac: 15].

Explicar la concepción cosmogónica griega, en su relación con el universo celeste, es tarea compleja y larga. Por tanto me limitaré únicamente a mencionar algunos de los catasterismos<sup>11</sup> o transformaciones mitológicas de un personaje en una estrella o constelación en la mitología grecorromana. Cuando observamos el cielo hablamos de las constelaciones de Géminis, de Orión, de Casiopea, etc. Cuando hablamos de los signos zodiacales utilizamos nombres mitológicos grecorromanos. A menudo he observado que la gente conoce los signos del Zodíaco pero no los relaciona con la mitología. Por eso, en esta segunda parte quiero explicar un poco la

---

<sup>11</sup> Esta palabra es un cultismo tomado del griego katasterismoi, que significa “colocado entre las estrellas”. Eratóstenes de Cirene, el matemático y astrónomo que hizo el cálculo de la oblicuidad de la elíptica, en una de sus obras describía algunas de dichas transformaciones e, incluso, fue el “inventor” de un nuevo catasterismo, el de Berenice, esposa del faraón Ptolomeo III Evergetes, colocando en el cielo su cabellera, formando así la constelación de la Cabellera de Berenice.

relación existente, en el mundo helénico, entre algunas estrellas y constelaciones y sus creencias cosmogónicas.

### **El mito de las Pléyades y Orión**

Las Pléyades<sup>12</sup> eran las siete hijas del titán Atlas, el que fue obligado a sostener el mundo sobre sus hombros, y de la ninfa marina Pléyone. Junto a sus hermanas las siete Híades fueron cuidadoras de Dionisos durante su niñez. Formaban parte del séquito de Artemisa (Diana). Seis de las siete estrellas de este cúmulo brillan con gran intensidad, los griegos explicaban que eso era debido a que habían tenido relaciones con los dioses. Únicamente una de ella, Mérope, no se había unido a dios alguno, sino a un mortal, por ello Mérope tiene un brillo poco intenso, porque está avergonzada de su unión con un mortal. Otras versiones dicen que la del brillo apagado es Electra, que guarda luto por la muerte de Dárdano.

El gigante Orión, después de que Atlas fuera condenado a sostener el mundo, persiguió a las Pléyades durante cinco años. Zeus, compadecido de ellas, las transformó primeramente en palomas y después las colocó en el cielo. Los griegos creían que Orión continúa persiguiéndolas en el cielo pues veían que las seguía en la bóveda celeste.

Este grupo de estrellas, conocidas popularmente como Las Siete Hermanitas o las Cabrillas, está situado a una distancia aproximada de 450 años luz de la Tierra. Está compuesto por nueve estrellas visibles y centenares de estrellas invisibles a simple vista. Son muy jóvenes pues se formaron aproximadamente hace unos 100 millones de años, durante el Mesozoico, a partir del colapso de una nube de gas interestelar. Las estrellas más grandes y brillantes del cúmulo son de color blanco-azulado y cerca de cinco veces más grandes que el Sol.

---

<sup>12</sup> La etimología de las Pléyades no está clara. En griego Πλειας Pleias, significa ‘muchas’; Πλειάδες, Pleiades, es ‘hijas de Pléyone’; y Πελειάδες Peleaiades, quiere decir ‘hijas de palomas’. Virgilio, en las *Geórgicas*, las relacionaba con la navegación y, parece, que tuviera razón al poder derivar su nombre de πλεῖν, Plein ‘navegar’ al ser este grupo de estrellas visible en la noche desde mediados de mayo hasta principios de noviembre, momento en que los navegantes grecorromanos aprovechaban para navegar en el Mediterráneo.

Orión, el infatigable cazador, es la más bella de las constelaciones visibles en ambos hemisferios. Tiene una cantidad notable de estrellas brillantes. Los egipcios creían ver en ella la encarnación del dios Osiris. Orión, acompañado por sus dos perros, Canis Major y Canis Minor, enarbola su maza para luchar contra la constelación de Tauro. Los griegos nos cuentan que era hijo de Poseidón y de Gea, dioses del mar y de la tierra respectivamente. Creció desmesuradamente hasta convertirse en un gigante. Se enamoró de la hija del rey de Quíos, quien consintió en concederle la mano de su hija a condición de exterminar a las alimañas que habitaban en la isla. Orión pasó la prueba, pero el rey no cumplió su palabra y Orión quiso vengarse matando infinidad de criaturas inocentes a pesar de las advertencias y súplicas de Gea, su madre, para que cesara en su locura. Artemisa, diosa de la caza, puso sus ojos en Orión sin importarle la violencia de éste, pero Apolo, hermano de Artemisa, no veía con buenos ojos esos amores y envió un escorpión que picó el pie de Orión y éste, moribundo, suplicó a Zeus que le diera una muerte digna colocándolo en el cielo acompañado de sus dos fieles perros, Canis Maior y Canis Minor. Zeus también colocó en el cielo al escorpión que causó la muerte de Orión, pero tuvo cuidado de alejarlo de él para que no le atacara. Por eso, los griegos explicaban que Orión aparece en la bóveda celeste en invierno, en el hemisferio norte, durante los meses de noviembre a abril, mientras el escorpión (la constelación de Scorpius) lo hace en verano, cuando ya ha desaparecido del firmamento Orión. La aparición de Orión en invierno era explicada por los griegos como símbolo del poder de Orión que dominaba el viento y el frío.

Un importante asterismo<sup>13</sup>, ligado a esta constelación, es el Cinturón de Orión; está formado por las estrellas centrales de la constelación de Orión y

---

<sup>13</sup> Una constelación es una agrupación de estrellas que aparentemente están muy próximas entre sí, lo que causó que los astrónomos de las antiguas civilizaciones mediterráneas, las conectaran arbitrariamente mediante líneas imaginarias que simbolizaban figuras. En realidad estas estrellas no tienen porque estar físicamente asociadas pues su aparente proximidad puede ser engañosa y estar a una distancia de cientos de años luz unas de otras. Los astrónomos llaman asterismo al conjunto de estrellas que vistas desde el cielo de la Tierra parecen formar una figura pero que a diferencia de una constelación no tiene un reconocimiento oficial por parte de la comunidad científica. En 1930 la Unión Astronómica Internacional adoptó el catálogo de constelaciones usado actualmente, cualquier otra agrupación de estrellas se considera un asterismo.

es conocida popularmente en Andalucía por Las Tres Marías y también por el nombre de Los Astillejos. En algunas zonas de España, como en Murcia y Jaén, llaman a Cástor y Pólux, las brillantes estrellas de la constelación de Géminis, los Astillejos. También en La Mancha perduran estos nombres y creencias, pues en Miguelturra existe una calle de los Astillejos. Este curioso nombre es un derivado de “asterisculum”, es decir, las estrellitas. Es curioso que algunos antiguos asterismos hayan llegado a ser considerados actualmente como constelaciones, como La Cabellera de Berenice, catalogada como constelación por primera vez por el célebre astrónomo danés Tycho Brahe.

### **Los mitos de Sirio y la Osa Mayor**

Otros asterismos importantes son el asterismo de la W, por la similitud con esta letra, formado por las cuatro estrellas más brillantes de la constelación de Casiopea; El Gran Carro, en la constelación de la Osa Mayor; el Triángulo Estival, formado por las estrellas Deneb (estrella  $\alpha$  de la constelación del Cisne), Altair (la estrella más brillante de la constelación del Águila y cuatro veces más voluminosa que el Sol) y Vega (estrella de primera magnitud que arde con una energía cincuenta veces mayor que la del Sol y la más brillante de la constelación de la Lira). El asterismo del Triángulo Invernal está formado por Betelgeuse (la agónica estrella  $\alpha$  en la constelación de Orión), Sirio (la estrella más brillante y  $\alpha$  de la constelación del Can Menor) y Procyon (la octava estrella más brillante del firmamento, es en realidad una estrella binaria. Su nombre significa “la que precede al perro, es decir, a Sirio que es llamada también El Perro. Ello se debe a que aparece en el cielo antes que Sirio debido a la rotación de la Tierra). Cuando contemplamos el cielo, vemos a Sirio como la estrella más brillante, veinte veces más luminosa que el Sol y dos veces mayor que él. En la Grecia clásica se creía que Sirio (Sothis) anunciaba la época de la sequía y el calor que provocaba gran debilidad en los hombres y el efecto contrario en las mujeres. Se creía que el hecho de que Sirio titilase más que ninguna otra estrella era muestra de su influencia negativa, y se decía que quienes sufrían sus efectos dañinos estaban atacados de astroboletos o ataque de la estrella. El nombre de “la canícula”, que reciben todavía hoy los tórridos días de verano, se debe a que, como hemos dicho, a Sirio se le conocía como la estrella del Perro, y esos días eran los del Perro (canis en latín). Séneca menciona a esos días veraniegos y tórridos como “Ruber Canícula”. Los

romanos pensaban que, como Sirio era invisible en esos días, su energía se sumaba a la del Sol, lo que causaba el calor de la canícula.

En algunas islas Cícladas, en el Mar Egeo, como la de Kea, sus habitantes hacían sacrificios propiciatorios a Sirio y acuñaban monedas en las que figuraban perros o estrellas radiantes. Los romanos también hacían sacrificios alrededor del 25 de abril, durante la festividad de las Robigalia, época en que las cosechas eran más vulnerables y en la que aparecía Sirio, para evitar las que creían emanaciones peligrosas de la estrella. Estos sacrificios consistían en la ofrenda de las entrañas de un perro, de una oveja, vino e incienso a la maléfica diosa Robigo<sup>14</sup> para apaciguarla y que no sufrieran daño alguno las cosechas de trigo, fundamental en la alimentación y economía romanas.

Con toda seguridad, el más popular de los asterismos en nuestro país es el de las Pléyades que en Andalucía y Murcia se conocen con el nombre de Las Cabrillas, seguramente porque en esas regiones el ganado caprino es más abundante que el ovino. La estrella Aldebarán, hoy en fase agónica y, por tanto, con brillo inconstante, es conocida en esas dos regiones como “El Cabrero”. Aldebarán, llamada también el Ojo del Toro, en la constelación de Taurus, el toro al que Orión ataca, y era llamada por los babilonios I-kuu, “la estrella que conduce a las estrellas”. Los persas la llamaban Paha, que quiere decir “El Perseguidor”. Los romanos la conocían con el nombre de Palilicia, y celebraban las fiestas Palilia en honor de Pales, dios de los pastores que fueron quienes fundaron Roma en la colina del Palatino. Aldebarán en árabe quiere decir “la que sigue”, esto es, la que sigue a las Pléyades. De ahí que en el mundo rural se la conozca como el Cabrero

---

<sup>14</sup> Columela, el gran tratadista de la agricultura romana, nos cuenta que se le ofrecían hierbas verdes y se sacrificaba un perro para aplacar a la diosa: “Hinc mala Rubigo viridis ne torreat herbas, sanguine lactentis catuli placatur et extis. *De Re Rustica*, Liber X.342). Asimismo, Plinio el Viejo (*Historia Natural*, XVIII.15) y en algunos fragmentos de los *Fastos* de Ovidio (XLVIII, CCLXXXV; Liber V) revelan que se sacrificaba un perro de color rojo -en un claro ejemplo de magia homeopática-, el color de las estrellas ardiendo y del cereal madurando, para aplacar al Perro, es decir, a Sirio, a fin de que el trigo pudiera llegar a madurar. Es curioso lo arraigada que estaba esta creencia aun en época cristiana, ya que el Papa Gregorio I el Magno, con motivo de la aparición de la peste que siguió al desbordamiento del Tíber en el 590, aprovechó para instituir la Letanía Mayor o “Septiformis” y un día de rogativas con el fin de intentar suplantar las Robigalia.

porque guarda a las Pléyades, las Cabrillas, las referidas en el Romance de la Loba Parda (“Estando yo en la mi choza, pintando la mi cayada, Las Cabrillas altas iban y la Luna rebajada...”). Vemos en el caso de Aldebarán y las Pléyades como ha habido una continuación constante en cuanto a la semántica de las mismas.

La constelación de la Osa Mayor, de las pocas conocidas en época de Homero<sup>15</sup>, era llamada por el gran poeta ciego “El Carro”; también hoy recibe el nombre de El Carro en Andalucía y Murcia. En la provincia de Sevilla dicen que se llama así porque hay siete bueyes que tiran de un carro. Virgilio, en la primera Geórgica, nos habla de Arcturo, es decir El Boyero. Arcturo guardaba los siete bueyes que tiraban del arado, es decir, los Septem Triones de Virgilio, de donde viene la palabra Septentrión, el Norte, de “septem”, siete y “triones”, plural de “trio”, buey. Higinio también nos cuenta este origen que da luego nombre al viento del norte, el Septentrión. Los “Septem Triones”, con toda probabilidad, derivarían de los “Siete Toros” o “Hapto-iringas” de los persas. Higinio llamó Arctos Maxima a la Ursa Maior u Osa Mayor, que no era otra que la ninfa cazadora Calisto, catasterizada junto a su hijo Arkas (Ursa Minor) en osos por Zeus. Cuando Hera descubrió los amores de Zeus y Calisto, quiso matar a ésta, pero Zeus, para impedirlo, transformó a Calisto en Osa. Arkas, el hijo de Calisto, estando de cacería estuvo a punto de matar a su madre flechándola, pero Zeus le reveló quién era aquella osa. El padre de los dioses comprendió el peligro que corría su amante y, apiadado de ella, la lanzó al cielo catasterizándola en la Osa Mayor; seguidamente, transformó a Arkas en oso y lo lanzó al cielo catasterizado en la Osa Menor. Cuando Hera descubrió que estaban en el cielo le pidió a Poseidón, dios del océano, que jamás pudieran acercarse a las costas para desaparecer y, desde entonces, las dos constelaciones permanecen siempre visibles. Del nombre “arctos” deriva el Ártico, la zona más septentrional de nuestro planeta.

---

<sup>15</sup> “(Hefesto) hizo figurar en él la tierra, el cielo y el mar, el infatigable sol y la luna llena, así como todos los astros que coronan el firmamento: las Pléyades, las Híades y el poderío de Orión, y la Osa, que también denominan con el nombre de Carro, que gira allí mismo y acecha a Orión y que es la única que no participa de los baños en el Océano”. Homero, *Ilíada*, Canto XVIII (483-489)

## La astronomía popular en la literatura y en el mundo rural

Las antiguas creencias de griegos y romanos han perdurado, difusas y veladas, en nuestro mundo actual. El advenimiento del cristianismo no borró totalmente las creencias en los antiguos dioses que perviven hoy en el folclore popular de diversa manera, por ejemplo, en los nombres de los cuerpos celestes. En el mundo urbano, donde hoy apenas puede verse el cielo por efecto de la contaminación de la atmósfera y de la contaminación lumínica, estas tradiciones y creencias se han ido quedando en el olvido, pero en el mundo rural todavía perviven, si bien es cierto que cada vez con menos intensidad. Los poetas clásicos españoles frecuentemente nos hablan de las estrellas con sus nombres populares<sup>16</sup>. Los campesinos todavía hoy llaman La Sierpe a Ofiuco, los Gemelos (en algunos lugares los Astillejos) a Géminis; el lucero del alba y del atardecer a Venus; el lucero de la noche a Júpiter; a Sirio le llaman los campesinos del centro y sur de España el Lucero Miguero. A la Vía Láctea llamamos Camino de Santiago, pues indicaba la ruta jacobea a los peregrinos europeos. La Vía Láctea se originó, según los griegos, cuando Hera derramó la leche de sus pechos al amamantar al infante Heracles. Esta leche fue transformada en un catasterismo. Hera siempre quiso la muerte de Heracles, pero Hermes (algunos autores dicen que Alcmena, la madre del niño) quería que lo amamantara la diosa mientras ésta dormía; la leche de Hera le daría la inmortalidad al niño, pero el niño chupó el pecho con tanta fuerza que dañó a la diosa y lo apartó violentamente mientras salía un chorro de leche de su pecho. Los griegos llamaban a este camino de leche γαλαξίας (galaxias) de γάλα (leche). De ahí deriva la palabra galaxia. Al amanecer, cuando aparece la más brillante de las estrellas, Sirio, los campesinos empiezan a preparar las migas antes de irse a labrar<sup>17</sup>. Comellas, respecto a esto dice: “Después

---

<sup>16</sup> En 1520 el soriano Hernando López de Yanguas describe en su *Farsa Sacramental*, (considerado como el más antiguo de nuestros Autos sacramentales) como los pastores Ambrosio y Jerónimo se asombran de las diversas señales que en el cielo hay:

“...Esperan que lo haga otro zagal más instruido, llamado Gregorio, que se presenta vestido de fiesta. Viene con el mismo asombro y contento; pero las señales que éste vio fueron cambios en los signos del Zodiaco y en los Astillejos, en los Triones y en las Cabretas”.

<sup>17</sup> El poeta murciano Polo de Medina en su *Fábula de Pan y Siringa* nos dice estos versos: “Cuando el sol quería nacer, la comadre del alba, con el lucero Miguero, le prevenía las papas”. También respecto al confuso número de las Pléyades, Fernando Guzmán “Si el norte, o las cabrillas, Son ó no son por cuenta seis o siete, Agora ¿quién nos mete...?” Cervantes, al narrar

de cuatro mil años, sigue señalando el comienzo del año agrícola para los campesinos. ¡Qué vieja y qué asombrosamente conservadora es la sabiduría popular: no por ello despreciable! Es una reliquia del pasado que convendría retener porque se está perdiendo, pienso que un estudio de campo en diversas comarcas de España, para establecer semejanzas y diferencias, podría ser en este punto extraordinariamente útil” [José Luis Comellas: 66-69].

Estos ejemplos muestran palpablemente la influencia que las constelaciones y asterismos han tenido en la cultura occidental. La sabiduría popular de los campesinos, pastores y pescadores conserva estos conocimientos aunque, seguramente, solamente por pocos decenios más, ya que en el mundo de la globalización y de las nuevas tecnologías, el pastoreo desaparecerá y la ganadería, la agricultura y la pesca tradicionales se transformarán profundamente debido, en parte, a la mecanización, lo que provocará que los conocimientos astronómicos populares, vigentes durante tantos siglos, queden relegados al olvido.

---

la aventura con Clavileño en el palacio de los duques hace decir a Sancho: “y sucedió que íbamos por parte donde están las siete cabrillas, y en Dios y en mi ánima que como yo en mi niñez fui en mi tierra cabrerizo, que así como las vi, me dio una gana de entretenerme con ellas un rato...” *El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de La Mancha* (II Parte, Cap. XLI)

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

ARCIMIS WERLE, A. [1901]: *Astronomía Popular. Descripción General del Cielo*. Tomos I y II, Barcelona, Montaner y Simón Editores, Barcelona.

ASIMOV, I. [1994]: *De Saturno a Plutón*. Alianza Editorial, Madrid.

BATTANER LÓPEZ, E. [1991]: *Planetas*. Alianza Editorial, Madrid.

BELL, C. [1997]: *The Mythology of the Constellations*. Princeton University.

CERVANTES Y SAAVEDRA, M. de [1983]: *El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de La Mancha*. Espasa-Calpe. Colección Austral. Madrid.

CICERÓN, M. T. [2000]: *Sobre la República. El Sueño de Escipión*. Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos. Madrid.

COLUMELA, Lucio Junio Moderato: *De Re Rustica*. En [www.thelatinlibrary.com/collumella](http://www.thelatinlibrary.com/collumella)

COMELLAS, J. L. [mayo 2000]: *La sabiduría popular y el nombre de las estrellas*. En II Época, nº 11.

*Diccionario Enciclopédico Abreviado*, [1954]: tomo III, sexta edición, Espasa-Calpe, Madrid.

GILLMAN, F. [1881]: *Enciclopedia popular ilustrada de Ciencias y Artes*. Tomo I, *Astronomía*. Gras y Compañía, Madrid.

GRANT, M. *The Myths of Hyginus*. University of Kansas Publications.

GUZMÁN, F. de [1857]: *En cuanto el mustio Invierno*. Biblioteca de Autores Españoles, desde la formación del lenguaje hasta nuestros días. Poetas líricos de los siglos XVI y XVII por Adolfo de Castro, Tomo Segundo, Rivadeneyra, Madrid)

HESÍODO [2000]: *Obras y Fragmentos: Teogonía. Trabajos y Días. Escudo. Fragmentos. Certamen*. Biblioteca Básica Gredos. Editorial Gredos. Madrid,.

HOMERO [2000]: *Iliada*. Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos. Madrid.

ARGENSOLA, B. L. de [1857]: *¿Por qué, Asteria, te afliges..?* Traducción de Horacio del poema *Quid fies, Astarte*. en Biblioteca de Autores Españoles, desde la formación del lenguaje hasta nuestros días. Poetas líricos de los siglos XVI y XVII por Adolfo de Castro, Tomo Segundo, Rivadeneyra, Madrid)

LÓPEZ DE YANGUAS, H. [2002]: *Farsa Sacramental*. Alicante, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Edición digital a partir de la

edición crítica de GONZÁLEZ OLLÉ, F.: [1967] *Obras dramáticas*. Madrid, Espasa-Calpe.

OVIDIO NASÓN, P. [2001]: *Fastos*. Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos. Madrid.

PAZ SOLDÁN Y UNANUE, P. (“JUAN DE ARONA”) [1867]: *Poesía antigua. Las Geórgicas de Virgilio*. Imprenta del Comercio, Lima.

PLANESAS, P.: La idea de planeta a lo largo de la Historia. en [www.fomento.es/nr/rdonlyres](http://www.fomento.es/nr/rdonlyres)

PLATÓN [2000]: *Diálogos. Timeo*. Tomo VI. Biblioteca Básica Gredos. Editorial Gredos. Madrid.

PLINIO SEGUNDO, G. (Plinio el viejo) [2001]: *Historia Natural*. Libros II-IV. Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos. Madrid.

POLO DE MEDINA, S. J. [1857]: *Fábula de Pan y Siringa*. Biblioteca de Autores Españoles. Poetas líricos de los siglos XVI y XVII por Adolfo de Castro. Tomo II. Rivadeneyra. Madrid.

SEZNEC, J.[1981]: *The Survival of the Pagan Gods*. Mythological Tradition in Renaissance Humanism and Art. Princeton, NJ: Princeton University Press.

[www.astrosurf.com](http://www.astrosurf.com)



## ¿CUÁNTO DURA UN DÍA?

Manuel Iglesias Martínez  
Inspector de Educación

En la vida todo tiende a repetirse con un cierto ritmo. Tanto nosotros como los animales y las plantas, todos los seres vivos, tenemos un tiempo para trabajar, y otro para descansar. La Biblia nos cuenta que Dios trabaja seis días y descansa el séptimo, y construye así la semana. Este y otros ritmos existentes nos obligan a contar el tiempo, a medirlo.

Desde que el hombre empezó a medir el tiempo lo hizo fijándose en fenómenos astronómicos cíclicos. El año es la sucesión de cuatro estaciones. El mes se ajusta bastante al ciclo lunar y consta de cuatro semanas. Si bien el ciclo más evidente de todos es el día, quizá por lo cotidiano. El día surge del giro de la Tierra sobre sí misma. El fenómeno más patente es la sucesión de dos periodos, uno de luz y otro de oscuridad. No solo es el más claro sino también el más importante y básico pues de él se han derivado todas las unidades de medida de tiempo.

Tiene importancia que el evento que se mida sea cíclico, es decir que haya algún elemento que se repita periódicamente. Cuanto más fácil sea de reconocer ese elemento mejor. Ello redundará en la precisión de la medida.

¿Cuánto dura un día? La respuesta puede ser inmediata: veinticuatro horas. Y estará bien, aunque no será exacta del todo. Más preciso sería decir que un día se divide en veinticuatro horas. La unidad primera es el día, y de ella se deriva la hora por división. A continuación dividimos la hora en sesenta minutos y cada uno de estos en sesenta segundos. Un día tiene 86.400 segundos.

En la actualidad (desde 1967) se establece el segundo como la duración de 9192631770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre dos niveles del átomo de Cesio 133. Se ha establecido así para que coincida con la máxima precisión con la fracción correspondiente del año trópico

1900. La medida del tiempo usando relojes de Cesio es mucho más precisa que las mejores medidas astronómicas. Por ello se ha decidido cambiar el patrón de medida procurando que coincidiese la duración del segundo con la que tenía anteriormente.

## ¿QUÉ ES UN DÍA?

Más arriba ya hemos apuntado que un *día* es la sucesión de un periodo de luminosidad y otro de oscuridad. Este es el día que se usa como unidad de tiempo.

También se emplea la palabra *día* para designar al lapso de tiempo en que nos ilumina el Sol. En esta acepción el concepto *día* se contrapone a *noche*. Es el tiempo que va desde que sale el Sol (orto) hasta que se pone (ocaso). Los crepúsculos (matutino y vespertino) cuentan como noche. Los crepúsculos son tiempos en los que el Sol no está sobre el horizonte, pero su luz (difundida por la atmósfera) persiste y no hay oscuridad. La variación de esa claridad es paulatina y los límites de los crepúsculos son convencionales.

Hay una tercera acepción de la palabra *día* y es la que empleamos para designar una fecha (el 10 de marzo, por ejemplo) o un día de la semana (el martes, el jueves).

Veamos primero la primera acepción.

## EL DÍA COMO UNIDAD DE TIEMPO

Hemos dicho que es la sucesión de un periodo de luz y otro de oscuridad. Pero conviene especificar en qué momento se empieza la medida. Hay dos formas de hacerlo, tomando como referencia la posición del Sol durante el día o tomando como referencia las estrellas. Si se toma como referencia al Sol tenemos el día que todos conocemos y al que denominaremos día solar. Si tomamos la referencia de las estrellas obtenemos otro día distinto que se conoce como día sidéreo.

Hay dos definiciones de *día* que son parecidas y que a veces se confunden. Ambas se refieren al día por todos conocido como unidad de tiempo. Veamos primero las definiciones y luego la diferencia entre ellas.

Primera: El tiempo que la Tierra tarda en realizar un giro completo sobre su eje de rotación. Es decir un giro de 360 grados.

Segunda: El tiempo que media entre dos pasos consecutivos del Sol por el meridiano de un lugar.

Aunque parecen ser la misma cosa no lo son. Supongamos que son las doce del mediodía y tenemos al Sol sobre nuestras cabezas. Transcurre el tiempo y al día siguiente, cuando la Tierra ha girado 360 grados podemos apreciar que el Sol aún no ha llegado al cenit. Le falta algo. Poco, pero aún no ha llegado. El motivo es que la Tierra se ha desplazado a causa del movimiento de traslación, y para que el giro coloque al Sol en lo más alto aún se ha de realizar un giro complementario. Ese giro adicional dura unos cuatro minutos y es la diferencia entre los dos días que hemos definido. La primera definición corresponde al día sidéreo mientras que la segunda corresponde al día solar.

En los libros antiguos se decía que se tomaba como referencia el momento que el Sol estaba en lo más alto, también se decía que era el instante en que la sombra era más corta. Ambas observaciones son difíciles de establecer. La definición más exacta consiste en decir que el día solar es el tiempo comprendido entre dos pasos consecutivos del Sol por el meridiano de un lugar.

La medida del tiempo, cada vez con mayor precisión, ha sido uno de los principales motores del avance científico. Ha obligado a la construcción de observatorios astronómicos y de aparatos de observación progresivamente más precisos. Para la medida del tiempo se montaron en los observatorios los llamados telescopios meridianos. Consisten estos instrumentos en un telescopio colocado de forma que se mueve en el plano del meridiano. Para ello está sujeto a un eje orientado en la dirección de este a oeste. Está provisto de oculares graduados con los que se mide el paso del Sol o de las estrellas por el centro del objetivo, es decir, por el meridiano.

Dando un salto atrás hemos de citar otro aparato mucho más sencillo. Es el reloj de Sol. Consiste en un pequeño estilete cuya sombra nos va indicando la hora del día sobre la superficie graduada por la que discurre. Mediante esta sencilla máquina de medir el tiempo se puede apreciar que el Sol se “adelanta” o se “atrassa” en determinadas épocas del año. Se dice que el Sol se adelanta cuando la sombra alcanza la línea de las doce del mediodía antes de que lo sean en realidad. Se dice que se atrassa cuando llega tarde.

Esto se debe a que los días no son todos de igual duración. Los días que el Sol se adelanta son más cortos que los precedentes. Cuando el sol va atrasando los días son más largos. Al ser desiguales los días, el lugar en que se proyecta la sombra un día no coincide con el lugar del día anterior. Si unimos los puntos de sombra de todo un año, siempre a la misma hora del día, resulta una línea cerrada, con forma de ocho, a la que se llama *analema*. La misma figura se puede lograr realizando fotos periódicamente al Sol siempre a la misma hora, durante un año, en el mismo lugar. Las posiciones del Sol formarán esa misma figura en forma de ocho.

Hay cuatro fechas en el año en las que el Sol va “en hora”. Son el 16 de abril, el 15 de junio, el 2 de septiembre y el 25 de diciembre. Exactamente los momentos en que el Sol se sitúa en el eje vertical del analema.

Este fenómeno de la mayor o menor duración del día a lo largo del año se debe a dos factores: El primero es que el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol tiene una velocidad lineal variable (recordemos que tal y como postula la segunda Ley de Kepler del movimiento de los planetas, lo que es constante es el área barrida por el radio vector). El segundo es que, por la inclinación del eje de la Tierra, el movimiento de giro tiende a acelerarse dos veces (desde mayo hasta julio y desde noviembre hasta enero) y a ralentizarse otras dos (de agosto a octubre y de enero hasta abril). De la interacción de estos dos factores resulta la variación de la duración de los días.

*¿Cuánto dura un día?*



Imágenes del Sol tomadas en un mismo lugar cada ocho días a la misma hora. La figura en forma de ocho resultante es el analema.

La variación en la duración del día alcanza un valor máximo de medio minuto, tanto en más como en menos. Sin embargo como el Sol se va “atrasando” desde mitad de noviembre hasta mediados de febrero los retrasos diarios se van sumando hasta que se alcanza un retraso total de casi un cuarto de hora. Luego se inicia un lapso de tiempo en que el Sol “adelanta” día a día, hasta que a mitad de mayo llega a ir cuatro minutos adelantado. Entonces inicia nuevamente el retardo hasta final de julio en que llega a ir “atrasado” algo más de seis minutos. A partir de ese momento y hasta mitad de noviembre adelanta de forma constante para terminar con un adelanto de más de un cuarto de hora.

Puesto que los días no son de la misma duración se acordó tomar como valor de la duración oficial del día el valor del *día solar medio*. Este es el tiempo que se dividió en 24 horas y que ha sido la base de la medida del tiempo hasta mitad del siglo pasado. En 1972 la unidad de medida del tiempo pasó a ser oficialmente el segundo medido por relojes atómicos de Cesio, pero ajustando el valor del segundo al máximo para que coincidiese con el anteriormente definido por métodos astronómicos. El día ha pasado a ser 86.400 segundos de Tiempo Atómico Internacional.

El año gregoriano consta de 365,24250 días aproximadamente. Como los años civiles tienen 365 días la fracción despreciada obliga a añadir un día cada cuatro años. Son los años bisiestos. Con ello se introduce un ligero exceso que se corrige eliminando de los años bisiestos aquellos que son múltiplos de 100, excepto los que son múltiplos de 400. Por esta regla el año 1900 no fue bisiesto mientras que el 2000 sí lo fue. Esta es la base del calendario gregoriano introducido por el Papa Gregorio XIII en el siglo XVI.

Este calendario es el más ampliamente difundido en el mundo. Hay unos cuarenta calendarios en uso por distintos países o civilizaciones, de los que conviene destacar por su importancia los calendarios musulmán, israelita y chino. La mayoría de estos calendarios se basan en los fenómenos astronómicos periódicos (alternancia de estaciones del año o ciclos lunares) y en todos ellos se cuentan los días.

Nótese que el tiempo solar se inicia a mediodía. Para evitar la incomodidad de que el cambio de fecha ocurra en mitad del periodo de luz

se añaden doce horas al tiempo solar con lo que el cambio ocurre en un momento más conveniente. Este es el *tiempo civil*.

## DIA SIDÉREO

Buscando una mayor precisión en la medida del tiempo se usaron las estrellas como referencia en lugar del Sol. En efecto, una estrella se ve como un punto luminoso incluso con los mayores telescopios. Por ello la exactitud de la medida de su paso por el meridiano es mucho mayor que la exactitud del paso del Sol. El paso de las estrellas por el meridiano ha sido durante mucho tiempo la más fiable medida del tiempo posible.

Pues bien, si la periodicidad se mide tomando como referencia las estrellas resulta un *día* ligeramente más corto que el día solar. Es el *día sidéreo* cuya duración es de 23 horas, 56 minutos y 4,0989 segundos.

Esto ocurre porque al estar las estrellas a distancias tan enormes es como si estuviesen en el infinito y el paso de una estrella por el meridiano ocurre al completarse un giro de la Tierra. En cambio cuando lo miramos refiriéndonos al Sol, que está mucho más cerca (el Sol está a 150 millones de kilómetros, pero eso, en términos astronómicos, es muy cerca) al completar la Tierra un giro de 360° aún no está el Sol en lo más alto, debido a que la traslación de la Tierra ha hecho avanzar a la misma a lo largo de la órbita. Ha de girar algo más, exactamente esos cuatro minutos de diferencia entre el día solar y el día sidéreo.

Un año contiene 366, 24 días sidéreos aproximadamente. Es decir un día más que el año solar que usamos en el calendario. Ese día procede de esos casi cuatro minutos de diferencia entre el día solar y el día sidéreo, que acumulados al cabo del año nos suman los 86400 segundos de un día.

## EL DÍA Y LA NOCHE

En segundo lugar hemos de considerar que usamos la palabra *día* para designar al lapso de tiempo en que nos ilumina el Sol. Ya se ha dicho que en esta acepción el concepto *día* se contrapone a *noche*. Los límites del día son los momentos de salida y puesta del Sol, a los que se denomina orto y ocaso respectivamente. Aunque para otras medidas de posición del Sol se

considera el centro del mismo como punto de referencia, para la determinación del orto es el momento en que asoma por encima del horizonte el borde superior del Sol. En ese momento ya nos iluminan los rayos solares y se considera empezado el día. Lo mismo vale para el ocaso, sólo que ahora es la desaparición del último borde solar la que determina el fin del día.

Los momentos de la salida y de la puesta de Sol varían con las coordenadas del lugar. Cuanto más al este nos coloquemos el Sol sale antes. La latitud influye de forma variable según la época del año, esto es debido a la inclinación del eje de giro de la Tierra.

Además, según la época del año, el lugar por el que sale el Sol es distinto. Desde luego sale por el este y se pone por el oeste, pero más al norte o más al sur según sea verano o invierno.

La existencia de atmósfera hace que la trayectoria de los rayos solares se curve y veamos salir el Sol un poco antes de que esté por encima del horizonte, y continuemos viéndolo un poco más tras desaparecer bajo la línea del horizonte. Este fenómeno incrementa unos minutos la duración del día. Por lo común ya está considerado en las tablas astronómicas que nos dan los momentos de orto y ocaso.

También se ha dicho que los crepúsculos (matutino y vespertino) cuentan como noche. Los crepúsculos son tiempos en que el Sol no está sobre el horizonte, pero su luz persiste y no hay oscuridad. La variación de esa claridad es paulatina y los límites de los crepúsculos son convencionales.

Se han definido tres crepúsculos según la altura del Sol bajo el horizonte: El civil cuando esa altura es  $-6^\circ$ , con esa luz son visibles algunos planetas y estrellas de primera magnitud. El crepúsculo náutico cuando el Sol está a  $-12^\circ$  del horizonte, permite ver el horizonte y las estrellas más brillantes de las constelaciones y, por último, el crepúsculo astronómico, que se alcanza cuando el Sol está a  $-18^\circ$  bajo el horizonte, entonces puede decirse que es noche cerrada y, con cielos despejados y buenas condiciones de observación, pueden verse estrellas hasta de sexta magnitud. Estas medidas se refieren al centro del Sol. En nuestras latitudes el crepúsculo

civil se alcanza aproximadamente a la media hora tras la puesta del Sol, el crepúsculo náutico se alcanza al cabo de una hora tras la puesta del Sol, y el crepúsculo astronómico tarda en alcanzarse una hora y media en invierno y hasta dos horas en verano.

Volvamos a la duración del día. Naturalmente la duración del *día* así entendido debería ser de doce horas, pero es sabido por todos que esa duración varía a lo largo del año. En realidad sólo hay dos fechas durante el año en las que la duración de día y noche es la misma, son los dos equinoccios que coinciden con el inicio de la primavera y el del otoño. Los *días* son más largos en verano y más cortos en invierno. En nuestras latitudes la variación casi llega a las seis horas. El día más largo acostumbra a ser el de inicio del verano con 15 horas y algunos minutos de duración, y el más corto el de inicio del invierno con 9 horas y 17 minutos aproximadamente. Las variaciones de un año a otro son mínimas.

Se ha hecho la precisión de que eso ocurre “en nuestras latitudes” tanto para la duración del día, como para la duración de los crepúsculos. Las cifras dadas corresponden a la latitud de 40 grados norte, que es el paralelo que corta la península por la mitad ya que pasa ligeramente al norte de Toledo.

Pero ¿qué ocurre en otras latitudes? Cuanto más cerca del ecuador existe mayor igualdad en los días y las noches. Al subir hacia los polos la desigualdad alcanza valores cada vez mayores. Es de común conocimiento que en las zonas polares se da lo que se llama “el Sol de media noche”. Es decir que no se pone el Sol. En el Polo norte esto ocurre durante el verano, mientras que en el polo sur es de noche. En los meses que para nosotros son invierno ocurre lo contrario. Naturalmente si no se pone no hay alternancia de orto y ocaso y tampoco hay crepúsculos. En esos casos el día (lapso de tiempo que el Sol nos ilumina) llega a durar seis meses siempre que estemos en latitudes superiores a los círculos polares.

Las civilizaciones nacieron en latitudes intermedias, por ello conocieron la alternancia de día y noche más o menos como la conocemos nosotros. De ahí que se use el día como unidad de tiempo. Resulta interesante reflexionar sobre qué habría sucedido de haberse desarrollado la

civilización en latitudes polares, con días y noches de seis meses de duración. ¿Qué unidades de tiempo tendríamos?

## LA PERSISTENCIA DE LAS FECHAS

La tercera acepción de la palabra *día* que vamos a examinar es la que usamos cuando nos referimos a una fecha o a un día de la semana.

En cada lugar el martes, o cualquier otro día, dura veinticuatro horas. Sin embargo en el conjunto de la Tierra se da la circunstancia de que cada uno de los días persiste durante cuarenta y ocho horas. Vamos a ver qué quiere decir esto.

Para entenderlo hay que recordar que se ha trazado una línea que marca el cambio de fecha. Es la Línea Internacional del Cambio de Fecha. Dicha línea coincide principalmente con el meridiano 180 que, por feliz casualidad, pasa por la mitad del océano Pacífico. La línea tiene ligeras desviaciones para que algunas islas tengan la misma fecha que otras que están cerca y pertenecen a la misma nación. Las desviaciones más importantes se hacen en la parte norte para que la separación de fechas pase por el estrecho de Bering y las islas Aleutianas queden todas en el mismo lado.

Si al viajar cruzamos la línea hacia el este hemos de restar una fecha, si lo hacemos hacia el oeste hemos de sumarla. En novela de Julio Verne “La vuelta al mundo en 80 días” el protagonista, que viaja hacia el este, se olvida de restar ese día, con lo que llega a su destino con un día de adelanto sin saberlo.

El cambio de fecha se produce de la siguiente manera: Supongamos que estamos unos pocos pasos al oeste de la línea de fecha y es domingo. Cuando en la línea son las doce de la noche entran en la fecha siguiente (lunes) los terrenos que están al oeste de la misma. A medida que transcurre el tiempo mayor proporción de territorio va entrando en la nueva fecha. Lo que está al este de la línea sigue en la fecha anterior (domingo).

Durante las primeras veinticuatro horas todos los territorios de la Tierra van entrando en la nueva fecha (lunes). Los últimos en entrar serán los

terrenos que están inmediatamente al este de la línea de cambio de fechas. En cuanto entren empezará para ellos el lunes, con lo que esta fecha perdurará otras veinticuatro horas sobre la superficie de la Tierra. En total será lunes durante cuarenta y ocho horas en algún lugar de la Tierra.

Esta pequeña curiosidad y las distintas paradojas que se dan en la zona de la Línea de cambio de fecha, han sido explotadas en novelas, principalmente en las detectivescas, para organizar coartadas o para descubrir crímenes.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para 2007. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Efemérides Astronómicas 1989. Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando. Vol. CXCVIII. San Fernando (Cádiz).
- STRAHLER, ARTHUR N. [1977]: *Geografía Física*, Barcelona Editorial Omega, S.A.

<http://agaudi.wordpress.com/2006/12/31/analemas-marcianas/>



## ANTIGUOS OFICIOS OLVIDADOS, SIEMPRE MIRANDO AL CIELO.

Matías J. Iruela Rodríguez  
Departamento de Francés

“No andes errante...  
y busca tu camino.  
- Dejadme-  
Ya vendrá un viento fuerte  
que me lleve a mi sitio.”

[León Felipe, 1983]

La palabra de los ancianos sólo es sagrada en la medida en que es portadora del testimonio de un pasado rico en enseñanzas. Muchos de estos ancianos no han olvidado nada, lo recuerdan todo hasta el mínimo detalle: duras pruebas para salir adelante y raras satisfacciones obtenidas; las dificultades de su oficio y la mejora progresiva de las condiciones de trabajo; la aparición de las máquinas y el cierre de los pequeños talleres; el ruido del motor de los primeros coches y la agonía de los pueblos abandonados para irse a buscar un futuro mejor a la ciudad.

La mayoría de estos oficios se practicaban en gran parte de España antes de la Guerra Civil y la mayoría se prolongaron hasta la gran inmigración de los años sesenta a las grandes ciudades.

Nuestros mayores, desde la infancia a la jubilación, en sus trabajos repitieron siempre los mismos gestos sin plantearse hacerlo de otra manera puesto que ellos lo aprendieron así, según la costumbre establecida desde siempre. Algunos de estos oficios guardaban algún secreto de otros siglos, de una misteriosa costumbre que no se podía poner en duda ya que se podía romper el encanto de la herencia de una tradición corporativa. Había que respetar las costumbres de siempre para no alterar el orden de las cosas. En efecto, cada uno trabajaba siguiendo las reglas impuestas por la tradición sin

plantearse ningún cambio. A fin de cuentas, lo único que importaba era la calidad del trabajo.

En este artículo quiero hacer referencia a muchos de estos trabajos, sobre todo a los relacionados con el campo que eran la mayoría en aquella época y que siempre estaban pendientes del cielo para poder llevarlos a cabo o simplemente los que los realizaban dependían del cielo para poder comer y alimentar a su familia. Era una época en la que los establos estaban llenos de animales, en la que los agricultores recogían sus cosechas para alimentar a su familia y a los animales y guardaban parte del grano para sembrar al año siguiente.

Se trata de un capítulo de nuestra historia popular que, en mi opinión, tenemos que salvaguardar, pues a falta de saber a dónde vamos, al menos que podamos saber de dónde venimos.

Entre estos antiguos oficios, quiero hablar de los más típicos de nuestra tierra manchega y su dependencia del cielo, tanto a nivel físico como a nivel espiritual, para poder desarrollarlos. A nivel físico porque siempre dependían del viento, de la lluvia, de las tormentas o de la luna para poder comer; a nivel espiritual porque siempre se encomendaban a un santo patrón para que les trajeran lluvias, vientos o noches sin luna que les permitieran buenas cosechas, mucho trabajo o salidas nocturnas. Así pues, voy a hablar de los siguientes oficios:

- 1) Los segadores: trabajo de temporeros de verano, siempre pendientes de las buenas cosechas y del buen año.
- 2) Los molineros de viento: profesión en la que no se trabajaba todo el año, sino que era el viento el que decidía.
- 3) Los cazadores furtivos: siempre pendientes de las noches sin luna o de las noches de niebla para poder llevar algo de carne a la mesa cada mañana.

## LOS SEGADORES

Los segadores eran temporeros de verano que comenzaban a llegar a nuestras tierras manchegas durante la primera semana de junio. Normalmente, estos jornaleros eran empleados en las grandes fincas para segar primero los centenos, luego las cebadas y el trigo, para acabar con la avena. Una finca importante cogía a unos ocho o diez segadores, pues aunque estas fincas tenían empleados todo el año, éstos participaban rara vez en estas penosas tareas.

Una jornada de siega comenzaba con la aurora, es decir, de cuatro a cuatro y media de la madrugada. Un segador honesto no desayunaba nada hasta no haber segado una extensión de una fanega<sup>1</sup> de tierra. Muchos de ellos tomaban un trago de aguardiente para calentar un poco el estómago antes de comenzar la faena.

Todas las mañanas, lo primero que hacía un segador era afilar convenientemente su hoz y una vez bien afilada ya estaba preparado para comenzar la jornada. Hacia las seis o las siete de la mañana, una empleada de la finca les traía el desayuno, una cesta de víveres en la que había pan, queso, tocino salado y algunos embutidos, todo ello acompañado de un buen trago de “vino del país” para poder pasarlo. Después del desayuno volvían al trabajo hasta el mediodía.

Los cereales se segaban formando gavillas y varias gavillas se ataban juntas para formar haces. Estos haces de cereales se dejaban durante varios días en el terreno para que se secaran bien antes de llevarlos a la era para trillar.

Hacia el mediodía, la chica de la finca volvía de nuevo con su cesta y los jornaleros se permitían una hora de descanso para comer. En estas comidas en el campo durante el trabajo, la señora de la casa limitaba el vino de forma muy severa para evitar problemas de rendimiento en el trabajo. La tarea se terminaba al atardecer y los jornaleros volvían a la finca por senderos con olor a paja fresca que hacía toser a unos y trastornaba a otros.

---

<sup>1</sup> Fanega: medida agraria española que corresponde a unas 64 áreas de terreno

En la casa cenaban con los empleados, pinto y carne de cerdo muy a menudo, y se instalaban para pasar la noche en la paja de los establos ya que en esta época del año las ovejas no volvían durante la noche y las dejaban paciendo en el campo.

El miedo a que las tormentas de verano causaran grandes estragos en la cosecha hacía que el acarreo<sup>2</sup> de los cereales a la era para ser trillados se hiciera lo antes posible. El acarreo se hacía con carros provistos de varales<sup>3</sup> para cargar más haces de cereales. Todos los empleados disponibles participaban en este trabajo. Cada carro contaba con tres mulas y tres personas, los barcinadores, que cargaban los haces de cereales con los bioldos<sup>4</sup> y las horcas. La carga se ataba con una cuerda al torno del carro y lógicamente cuando la carga se caía en medio del camino, los barcinadores se convertían en el hazmerreír de todo el mundo.

Todas estas ocupaciones dependían mucho del tiempo; siempre se estaba mirando al cielo: primero, que las lluvias de primavera respetaran la cosecha y no la tumbaran; luego, una vez segados los cereales, para que las tormentas de verano no humedeciesen los haces y se pudrieran en la finca. Cuando el tiempo amenazaba tormenta, los cereales eran amontonados con las espigas hacia arriba, intentando evitar lo más posible la humedad.

En todos los pueblos de nuestra tierra se ha oído siempre y se sigue oyendo una frase que hace estremecer sobre todo a los más viejos:

-Ya está aquí el solano.

¡Cuántas tardes, cuántas noches sin dormir, cuántas desolaciones, tiene en su haber el solano!

Se anuncia con un pequeño movimiento del aire, que apenas es perceptible y es el comienzo del solano. Se siente en el campo, en los animales, en todo el cuerpo.

---

<sup>2</sup> Acarreo: llevar los cereales de la finca hasta la era para trillar.

<sup>3</sup> Varales: tablas que se ponían en los costados de un carro para que no se cayera lo que transportaba.

<sup>4</sup> Bioldo: instrumento para cargar paja.

-Ya está aquí el solano.

Y puntualmente, comienza con una brisa fría o caliente para acabar en huracán, haciendo que los nubarrones pasen sobre las cosechas, destemplándolo todo. Con el solano tiemblan las casas y los hombres, tiemblan las espigas y la aceituna. Lo traen San Juan, la Virgen del Carmen y la de Agosto y en los pueblos sólo se habla de sus malas hazañas con dos dichos populares:

*“El solano enhuera la espiga y merma la aceituna”.*

*“El solano nunca trae pan, nunca vino y nunca aceite”.*

## LOS MOLINEROS DE VIENTO

Y cómo no hablar en nuestra tierra manchega de un oficio, de una profesión en la que no se trabajaba todo el año, sino que era el viento el que decidía.

En aquellos tiempos, todas las amas de casa cocían el pan que necesitaban en el horno de su casa. La gente llevaba el grano al molino y a cambio de una porción de este grano, el molinero le devolvía harina. En esto siempre hubo excepciones, los que no cosechaban nada, como eran el cura, el maestro y algunos burgueses que compraban directamente al molino sin llevar el grano. Ésta fue la edad de oro de los molinos de viento en nuestras tierras, sobre todo si un molinero era capaz de moler una harina fina y blanca.

Los molineros no compraban los cereales para revenderlos convertidos en harina, sino que molían el grano que los campesinos les llevaban. Al molinero no se le pagaba con dinero, se le pagaba con grano por la molienda. A esto se le llamaba “maquila”, es decir, la cantidad de grano que se quedaba el molinero por el trabajo realizado. Normalmente, esta maquila variaba en función del molino, del molinero y de la calidad de la harina. Según Javier Fernández de Castro, a principios del siglo XX, lo establecido en España era que el molinero se quedaba con la octava parte del grano molido [Javier Fernández de Castro, 1985].

Un molinero estaba preparado para trabajar todos los días del año, pero era el viento el que mandaba. A veces, esperaba días y días y no se movía ni una rama, ni una hoja. El viento parecía muerto. Estos periodos de calma se producían a menudo durante los primeros días de septiembre, al final del verano. Entonces los campesinos comenzaban a desfilar por el molino maldiciendo a la vez contra el cielo y contra el molinero. El pobre molinero no sabía dónde meterse y mañana tras mañana, subía por la escalera de su molino y miraba con ansiedad al cielo:

-Tampoco soplará hoy- se quejaba el molinero al bajar.

Esta falta de viento acababa por desesperarlo tanto como una época de temporal, pues la falta de trabajo le quemaba la sangre.

En cuanto una pequeña brisa se dignaba manifestarse al fin, el molinero volvía al trabajo sin preocuparse ni del día, ni de la hora. Poco importaba que fuese domingo o medianoche, nada podía impedirle volver al trabajo. No podía dejar pasar el viento sin aprovecharlo al máximo. Así pues, el molinero trabajaba día y noche, sin permitirse ni un solo momento de descanso, para recuperar el tiempo perdido.

A principios del siglo XX, la profesión de molinero contaba con muy pocos viejos debido a las afecciones pulmonares y sobre todo a la tuberculosis puesto que respiraban el polvo de la harina a lo largo de jornadas enteras. Sin embargo, los molineros no sólo tenían miedo de las afecciones pulmonares, sino que también temían los accidentes. En un molino en el que todas las piezas obedecían al humor incontrolable del viento, cualquier pequeña imprudencia podía ser fatal.

También se temía al fuego y a las tormentas: muchos molinos ardieron como una pegera durante una fuerte tormenta; algunos también ardieron debido a la estufa de leña instalada en el interior para el invierno; otras veces ardieron debido a las piedras de molino que de tanto moler se calentaban hasta quemar los maderos de protección y en pocos minutos no quedaba nada.

Estos permanentes peligros explicaban la devoción de los molineros hacia ciertas costumbres religiosas y hacia ciertos santos, que según ellos

les garantizarían la protección divina. Por principio, la mayoría era creyente aunque no forzosamente practicante. Así pues, durante el domingo de Ramos, los molineros hacían una cruz de palma y la llevaban a la iglesia para ser bendecida y participar en la procesión de “las palmas”. Luego la clavaban durante todo el año encima de la puerta del molino y así se aseguraban la protección del cielo.

Por las razones evocadas más arriba, muchos molineros veneraban a Santa Bárbara, la patrona de los bomberos y de los artilleros y de todo lo relacionado con el fuego. Sin embargo, el protector titular del gremio de los molineros era, sin duda, San Víctor, mártir del siglo III, legionario romano que sufrió muchas torturas sin renegar de su fe: lo cubrieron de cadenas e intentaron pasarlo bajo una piedra de molino, pero la piedra estalló en el momento crucial. Finalmente, lo lanzaron al mar con una piedra de molino atada al cuello y el milagro volvió a producirse, la piedra flotaba como si fuese una boya. San Víctor se representa a menudo con un cetro en forma de molino [Marco Antonio Gutiérrez, 2004].

Los molinos familiares, así como muchos otros gremios, empezaron a decaer en el periodo de entreguerras, hacia los años 1930, debido al desarrollo tecnológico. Un molino de viento alcanzaba a desarrollar unos treinta caballos de potencia sin ocasionar ningún gasto de funcionamiento, sin embargo siempre dependía de los caprichos del cielo y no podía rivalizar con los nuevos motores de gasolina, disponibles a voluntad y que eran tan prácticos.

El desarrollo tecnológico fue el final de una hermosa y larga historia, la de los molinos de viento: poco a poco, los agricultores fueron equipando sus fincas con “tritadores” individuales de cereales y los molinos de nuestra llanura manchega fueron cerrando unos detrás de otros.

## LOS CAZADORES FURTIVOS

Por último quisiera hablar de una ocupación, de un trabajo, si lo podemos llamar así, menos confesable que los anteriores oficios; pero que durante mucho tiempo existió y que aún sigue existiendo en España y en nuestras tierras manchegas y que es la caza furtiva.

Ya está, la palabra está dicha. Muchos españoles para poder comer practicaron la caza furtiva, sobre todo a principios del siglo XX. Aunque lo que al principio se hacía por necesidad, con el tiempo se convirtió en un placer: una forma de unir lo útil y lo agradable.

La realidad era que a principios del siglo XX la necesidad empujaba a mucha gente a practicar la caza furtiva. Las tierras producían escasas cosechas y los salarios eran muy bajos, así pues los campesinos pocas veces iban a comprar carne a la carnicería. Se hacía un cocido el domingo y las patatas sobrantes del cocido se convertían en la comida del resto de la semana.

Por lo tanto, había que encontrar una compensación en alguna parte y ésta provenía del cabeza de familia que cogía su escopeta y salía por la noche en busca de buena fortuna. Había familias con diez hijos a los que había que alimentar; el padre cogía su escopeta a la caída de la noche y se iba hasta el amanecer y muchas veces por la mañana cambiaba el producto de su salida nocturna por leche y pan.

Como en los pueblos todo el mundo se conoce, cuando un agricultor decía:

-He visto rastros de un jabalí en la avena.

El otro respondía:

-¡Vamos esta noche!

El furtivo, esa misma noche, cogía su escopeta y se iba a cazar el jabalí con la bendición de todos sus paisanos. Así es que podemos decir que se trataba de un cazador furtivo a sueldo o por encargo. En nuestra geografía manchega, había pueblos que contaban con más de cuarenta furtivos a mediados del siglo XX, por lo tanto tenían que estar preparados para no pisarse los talones durante estas salidas nocturnas.

No siempre se salía a la caza mayor, es decir, jabalíes o ciervos, sino que también abundaban los conejos por todos sitios y se hacía un favor a los

campesinos cazándolos. La única consigna que existía para ello era no dejarse sorprender con las manos en la masa.

La aventura era más o menos larga según la cantidad y el tamaño de los animales cazados. Si se trataba de caza mayor que no se podía llevar a cuestras, ni en bicicleta, evidentemente, lo que se hacía era esconder los animales entre unos matorrales y a la chita callando volver al día siguiente con un carro.

Un cazador, amigo mío, me contaba que en una sola noche había cogido cuarenta y cinco conejos y otra noche seis ciervos, “palabra de cazador”.

Sin embargo, todas las noches no eran propicias para irse de caza, sino que el tiempo y la estación del año eran los que decidían. Cuando hacía mal tiempo no era aconsejable salir puesto que los animales no salían; y las noches de luna llena era mejor quedarse en la cama ya que con luna llena era más fácil sorprender a un furtivo. En efecto, para estos menesteres era preferible una noche oscura, sin luna y con buen tiempo ya que un cazador podía recorrer hasta cuarenta kilómetros en una sola noche.

Una vez en el campo ya no se hablaba, se comunicaban por signos y agitando las linternas. Durante las noches oscuras, pero con niebla, se utilizaba a menudo la linterna para la caza furtiva: un cazador deslumbraba a los animales con la linterna a la vez que hacía sonar un cascabel. El animal se paraba de repente y ¡pan! el otro cazador realizaba el disparo. Este método de caza se usaba para pelo y pluma: liebre, ciervos, perdices... El inconveniente era que la luz de la linterna podía ser descubierta fácilmente por los guardas; por lo tanto, antes de utilizar la linterna había que comprobar que los guardas dormían.

Y cómo no, la imagen es muy conocida: un cazador furtivo no se adentraba en el bosque sin su perro. Un buen perro que no fuese de un lado para otro, sino que obedeciera a su amo con un movimiento del dedo o con una mirada y por supuesto sin alzar la voz. Siempre en silencio.

Los furtivos formaban una gran familia muy unida frente a la jauría de guardas que los perseguían sin descanso. En las representaciones populares siempre les tocaba el papel de “buenos” y como ocurría en los títeres,

siempre conseguían engañar a los guardas o la guardia civil. Existía una regla de honor entre los furtivos: “un cazador furtivo nunca denunciaría a otro”.

Como dice Javier Fernández de Castro:

A los ojos de los guardas, un cazador furtivo era peor que un bandido. Por matar a una liebre se le castigaba más que si hubiera asesinado a una persona. Cuando era sorprendido en flagrante delito, el desgraciado era llevado ante un tribunal y se le castigaba con una multa y prisión. Algunas veces se le condenaba a un año a la sombra, pero eso no le impedía volver a empezar nada más salir. Había que comer. [Javier Fernández de Castro, 1985].

Quisiera concluir este artículo, diciendo que yo sé algo del campo y de sus gentes; que yo he nacido y me he criado en el campo y conozco su dureza y su hermosura. Muchas de las cosas que he escrito más arriba, las conozco de mi infancia y de lo que me han contado los mayores, mis padres y mis abuelos. Sin embargo, muchos de estos oficios antiguos, muchas de estas “cosas” ya no existen: no hay mulas y las cuadras están desiertas; no quedan bioldos, ni varales, ni ninguno de aquellos instrumentos que mantenían vivos los pueblos en verano. Apenas si sus nombres se conocen.

Actualmente, en menos que canta un gallo, las cosechadoras siegan un trival. Hay muchas fincas abandonadas con las casas cayéndose. El campo se está quedando cada día más solo. Aunque como dice José A. Muñoz Rojas:

Pero el campo saca incansables bellezas escondidas y acumuladas, las renueva y ofrece sin tasa a los ojos y al alma de quienes quieren gozarlas. Advierte con su descansado silencio que sólo volviendo a él encontrarán los hombres lo mejor de ellos mismos.  
¡Ay de los que lo olvidaren!” [José A. Muñoz Rojas, 1985]

Sin embargo, aunque nos hayamos ido del campo, los que nos hemos criado allí, seguimos teniendo el mismo reflejo todos los días: siempre miramos al cielo para intentar saber lo que nos deparará ese día.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

FELIPE, L. [1983]: *Versos y Oraciones del Caminante*. Madrid. Visor Libros.

FERNÁNDEZ DE CASTRO, J., [1985]: *Así en la Tierra*. Barcelona. Ediciones Orbis.

GUTIÉRREZ, M. A., [2004]: *Pasión, Historia y Vida de San Víctor*. Burgos.

MUÑOZ ROJAS, J. A., [1985]: *Las cosas del campo*. Barcelona. Ediciones Orbis.



## QUEVEDO Y SU “HIMNO A LAS ESTRELLAS”

Pedro Jesús Isado Jiménez  
Catedrático de Lengua y Literatura

Es conocido el enorme bagaje lector de Francisco de Quevedo (1580-1645) por quienes se acercan a su estudio y a su obra. De amplísima cultura, seguramente de las más completas de su tiempo, abarcaba no sólo el dominio de varias lenguas clásicas (latín, griego, hebreo) y modernas (francés, italiano, portugués), sino las más diversas y dispares ciencias: desde la filosofía, teología y materias religiosas, a disciplinas y saberes profanos, entre ellos la astronomía y astrología de su época. Quevedo se había licenciado en Artes en la Universidad de Alcalá y comenzó estudios de Teología y Patrística en la de Valladolid. Pero ya antes había estudiado, casi desde niño, en el Colegio de los Jesuitas de Madrid —hoy, IES “San Isidro”—, al que acudían los hijos de la nobleza.

Junto a ello, su voracidad lectora, que le acompañó toda su vida, le había llevado a reunir una biblioteca considerable, buena parte de ella copiada en su casa manchega de Torre de Juan Abad. Se cree que pudo rebasar en contenido los cinco mil volúmenes, desperdigados en parte tras su muerte. Muchos de ellos fueron a parar, al parecer, a la biblioteca del duque de Medinaceli, amigo y protector del escritor, para ser vendidos más tarde al monasterio madrileño de San Martín. Entre los libros de Quevedo, y otros muchos que pudo haber leído, se encontraron bastantes de astrología, la mayoría de su tiempo. Alessandro Martinengo, al estudiar este aspecto en Quevedo, opina que este había superado “desconfianzas hacia la astrología gracias a una visión más matizada y al alcance teórico y ético más general” [1983: 2 y 3].

Por lo anterior, no es de extrañar la muy frecuente presencia y las alusiones continuas de carácter astrológico en la prosa y en la poesía de Quevedo, aunque también sin descartar el gran peso en él, a este respecto, de la tradición de la literatura clásica grecolatina, del petrarquismo y de sus

contemporáneos. Desde Cervantes a Lope, todos nuestros escritores del siglo de oro conocieron y recibieron, en mayor o menor medida, el influjo del saber astronómico y astrológico de su tiempo. “Cervantes admitía la posibilidad de la astrología, como muchos esclarecidos ingenios de aquella época. Piénsese que esa disciplina abarcaba en monstruosa mezcla lo que hoy es astronomía y meteorología, juntamente con la astrología judiciaria propiamente dicha” [A. Castro, 1973: 101-102]. Mayor presencia a referencias astrológicas, numerosas, se dan en Lope de Vega, a quien su gran estudioso, Joaquín de Entrambasaguas, considera “perfectamente documentado en ciencias astrológicas” e incluso “a la altura de los astrónomos-astrólogos especializados en la materia”. Sobre Lope comenta: “Las alusiones astrológicas en su obra son abundantísimas y características, y revelan aspectos psicológicos de Lope muy sugestivos e insospechados” [1958: 155].

Un ejemplo de la presencia de referencias, tópicos y motivos astrológicos en la poesía de Quevedo, más abundantes en su prosa, lo encontramos en el poema “Himno a las estrellas”. La cercanía del mismo al subgénero poético del “nocturno”, que la crítica ha destacado, le convierte casi en preludio del futuro “nocturno” del Romanticismo.

Los problemas religiosos y morales que entonces planteaba una ciencia tan heterogénea como la astrológica, especialmente los derivados de la llamada “astrología judiciaria”, es decir, de la que se aplicaba a pronósticos y vaticinios, fueron zanjados por la bula “Coeli et Terrae”, del papa Sixto V, promulgada el año 1586. En ella, se prohibía ejercer el llamado “arte de astrología”, referido a la “judiciaria”, que se ocupaba también de encantamientos, adivinaciones y hechicerías, y únicamente se admitía en la aplicación de pronósticos a la agricultura, a la navegación y a la medicina. La bula se debió publicar en España antes de 1612 y apareció ya en edición bilingüe (latín y castellano) en la obra de Pedro Ciruelo, *Tratado en el cual se reprueban todas las supersticiones y hechicerías*, del año 1628 [Antonio Hurtado, 1984: 22-24]. Es decir, que Quevedo debió conocer sobradamente la postura eclesiástica más ortodoxa respecto a estas cuestiones astrológicas.

Por lo que se refiere a la concepción del universo desde una perspectiva astronómica, Quevedo se encontró en la encrucijada del tránsito

de la concepción ptolemaica a la copernicana, y ante las nuevas hipótesis y teorías revolucionarias de Galileo, derivadas del heliocentrismo. Aquel había publicado las pruebas del sistema copernicano en 1632 y, al año siguiente, se vio obligado a retractarse de su doctrina ante la intervención de la Inquisición. Sin embargo, las nuevas teorías sobre el universo no se conocieron realmente en España hasta finales del siglo XVII. Antonio Hurtado, que ha estudiado estos aspectos astronómicos y astrológicos en la literatura del siglo de oro, con atención a nuestros autores clásicos importantes, asegura que en esas centurias la concepción vigente del universo correspondía aún al universo ptolemaico: “Respecto a la constitución de la ‘máquina universal’ no hay ninguna divergencia y el mismo esquema se repite en todos, o casi todos, los tratados astronómico-astrológicos; sólo en el último tercio del siglo XVII empieza a aparecer en este tipo de obras la nueva concepción del universo” [1984: 31].

Lo anteriormente apuntado —cuestiones astrológicas, cuestiones astronómicas— nos será útil conocerlo para interpretar y entender la lectura del “Himno a las estrellas”, con las salvedades ya mencionadas del peso de la tradición literaria clásica, del petrarquismo y, especialmente, de la peculiar actitud lírica quevedesca ante la contemplación del universo nocturno.

El “Himno a las estrellas” apareció publicado por primera vez en 1670, veinticinco años después de la muerte de Quevedo, en *Las tres musas últimas castellanas*, colección de sus poesías que reunió y editó su sobrino y heredero Pedro Alderete, señor también de la villa de la Torre de Juan Abad. Antes, en 1648, tres años tras el fallecimiento del escritor, su amigo y gran humanista José Antonio González de Salas había editado con esmero y pulcritud las seis primeras musas en *El Parnaso español*, en que se recopilaban unos seiscientos poemas. Quevedo no publicó en vida sus poesías, como sucedió también con gran parte de su obra en prosa. A González de Salas había dedicado y enviado, unos años antes de la prisión del poeta en San Marcos de León, en prueba de su amistad, el conocido soneto “Desde la Torre”, titulado así con seguridad por el amigo y editor, que comienza con el verso “Retirado en la paz de estos desiertos”, y que es considerado “joya preciosa, como el mejor elogio de los libros que conoce la poesía española de todos los tiempos” [J. M. Blecua, 1981: XVII-XVIII; y D. Villanueva, 2007].

Como dicho soneto, también pudo haber escrito o revisado Quevedo su “Himno a las estrellas” desde su retiro manchego, tras la contemplación de una noche estrellada en los campos de Montiel. Porque no hay que olvidar las reiteradas permanencias, voluntarias u obligatorias, de nuestro escritor en su señorío de la Torre, en cuya casa llegó a alojarse Felipe IV, de camino en su viaje a Andalucía en 1624, acompañado por Quevedo, y del que hizo su crónica particular jocosa [G. Menéndez Pidal, 1992: 143; y M. Corchado, 1971: 65]. “Entre 1620 y 1639 —nos dice James O. Crosby— pasó Quevedo largos meses de estudio y composición literaria en el pueblo de la Torre de Juan Abad” [1981: 19]. Pedro Alderete menciona en el prólogo a su edición de *Las tres musas* cómo su tío, muy enfermo tras la salida de la prisión de San Marcos, compuso o revisó en la Torre, ocho meses antes de morir, el que pudo ser su último poema, en el que prevé su fallecimiento y hace pública una vez más su actitud de desengaño ante la vida, a modo de epitafio para su sepulcro [Blecua, 1969: v. I, 145; y Crosby, 1981: 21].

Compleja es la tarea de datación del poema, como lo es también establecer la cronología de toda la poesía de Quevedo, cuestión que confluye con la dificultad de la clasificación de la misma, lo que también atañe al “Himno”, como después comprobaremos. Una primera versión autógrafa de Quevedo se encuentra en el “Manuscrito de Nápoles”, cuya fecha límite de redacción sería la del año 1623, “aunque puede ser de varios años antes”; las silvas que en él aparecen, en torno a 27, serían “un proyecto literario, desde un momento muy temprano” [M. Á. Candelas, 1997: 63, n. 98]. El tope a ese momento temprano para el “Himno” vendría impuesto por uno de sus versos, el 69 de la composición —“volando torpes y cantando graves”—, que, referido a las aves nocturnas, enseguida nos remite al famoso verso del *Polifemo*, de Góngora, “gimiendo tristes y volando graves”, del cual el de Quevedo es una evidente reminiscencia, por lo que la crítica ha concluido que el “Himno” ha de ser posterior a 1613, fecha de la publicación del poema gongorino [Blecua, 1981: 430]. Entre esas fechas, 1613-1623, consideradas como límites, se podría establecer la elaboración y composición del poema.

Antes de presentarlo y de ofrecer nuestra versión de él, conviene hacer ver que existen algunos estudios sobre el “Himno”. El más completo y original es el publicado por Gonzalo Sobejano en su artículo «“Himno a

las estrellas": la imaginación nocturna de Quevedo» [1982: 35-56], recogido más tarde en su libro *Inmanencia y trascendencia en poesía (De Lope de Vega a Claudio Rodríguez)*, con el título de «La imaginación nocturna de Quevedo y su "Himno a las estrellas"» [2003: 125-149]. De este artículo hablaremos más tarde, dadas las clarificaciones e interpretaciones atinadas y prácticamente definitivas que aporta sobre el poema. Análisis referenciales y parciales del "Himno", enmarcados en estudios más amplios, son los de Manuel Ángel Candelas en *La silvas de Quevedo* [1997: 197-198] y de Alessandro Martinengo en *La astrología en la obra de Quevedo* [1983: 144-148].

Pero, conozcamos ya el poema que nos ocupa, tal como lo recoge J. M. Blecua en su edición de la poesía de Quevedo [1969: v. I, 575-577] y presentemos nuestra versión del mismo con el fin de clarificar su lectura.

#### HIMNO A LAS ESTRELLAS

A vosotras, estrellas,  
alza el vuelo mi pluma temerosa,  
del piélago de luz ricas centellas;  
lumbres que enciende triste y dolorosa  
5 a las exequias del difunto día,  
guérfana de su luz, la noche fría;

ejército de oro,  
que, por campañas de zafir marchando,  
guardáis el trono del eterno coro  
10 con diversas escuadras militando;  
Argos divino de cristal y fuego,  
por cuyos ojos vela el mundo ciego;

señas esclarecidas  
que, con llama parlera y elocuente,  
15 por el mudo silencio repartidas,  
a la sombra servís de voz ardiente;  
pompa que da la noche a sus vestidos,  
letras de luz, misterios encendidos;

#### VERSIÓN PROSIFICADA

"Mi pluma temerosa alza el vuelo a vosotras, estrellas, chispas innumerables de un inmenso mar de luz; luminarias que la noche fría, huérfana de la luz del sol, enciende triste y dolorosa al ocaso del día que muere;

ejército de oro que, marchando por campos del cielo azul, guardáis el trono del eterno coro celestial desfilando en diferentes grupos; sois como un divino gigante Argos formado de cristal y fuego, a través de cuyos cientos de ojos vigila el mundo sin luz;

señas singulares que, distribuidas por el silencioso firmamento, servís de voz luminosa a la noche con luz de brillante armonía y llena de claridad; grandeza majestuosa que da la noche a sus diversos tiempos y espacios, signos de luz, claridades de lo eterno;

de la tiniebla triste  
20 preciosas joyas, y del sueño helado  
galas, que en competencia del sol viste;  
espías del amante recatado,  
fuentes de luz para animar el suelo,  
flores lucientes del jardín del cielo;

25 vosotras, de la luna  
familia relumbrante, ninfas claras,  
cuyos pasos arrastran la Fortuna,  
con cuyos movimientos muda caras,  
arbitros de la paz y de la guerra;  
30 que, en ausencia del sol, regís la tierra;

vosotras, de la suerte  
dispensadoras, luces tutelares  
que dais la vida, que acercáis la muerte,  
mudando de semblante, de lugares;  
35 llamas, que habláis con doctos movimientos,  
cuyos trémulos rayos son acentos;

vosotras, que enojadas  
a la sed de los surcos y sembrados  
la bebida negáis, o ya abrasadas  
40 dais en ceniza el pasto a los ganados,  
y si miráis benignas y clementes,  
el cielo es labrador para las gentes;

vosotras, cuyas leyes  
guarda observante el tiempo en toda parte,  
45 amenazas de príncipes y reyes  
si os aborta Saturno, Jove o Marte;  
ya fijas vais, o ya llevéis delante  
por lúbricos caminos greña errante,

si amasteis en la vida  
50 y ya en el firmamento estáis clavadas,  
pues la pena de amor nunca se olvida,  
y aun suspiráis en signos transformadas,  
con Amarilis, ninfa la más bella,  
estrellas, ordenad que tenga estrella.

preciosas joyas de la triste tiniebla, y  
galas del sueño helado de la noche,  
que luce en competencia del sol;  
espías del amante recatado, sois  
fuentes de luz para dar vida a la tierra,  
flores lucientes del jardín del cielo;

vosotras, ninfas bañadas de luz, sois  
familia de la reluciente luna, cuyos  
pasos llevan tras sí a la diosa Fortuna  
y con cuyos movimientos, árbitros de  
la paz y de la guerra, cambia sus  
fases; vosotras que gobernáis la tierra  
en ausencia del sol;

vosotras, distribuidoras de la suerte,  
sois luces tutelares que dais vida y  
que aproximáis la muerte, cambiando  
de aspecto y de lugares; llamas que  
habláis con vuestros sabios movi-  
mientos, y con vuestros rayos de luz  
temblorosos sois voces armoniosas.

vosotras, que negáis enfadadas la  
lluvia a los surcos y a los sembrados  
sedientos, o que dais enfurecidas el  
pasto quemado a los ganados, pero si  
brilláis benignas y clementes, el cielo  
es propicio para los labradores;

vosotras, cuyas leyes el tiempo guar-  
da cumplidor obediente en todo lugar,  
sois amenaza para reyes y príncipes si  
Saturno, Júpiter o Marte os ocultan;  
ya marchéis fijas, o bien llevéis  
delante constelaciones por caminos  
resbaladizos,

estrellas, si amasteis en la vida y es-  
táis ya inmóviles en la bóveda celeste,  
y, puesto que la pena de amor no se  
olvida nunca, aún suspiráis transfor-  
madas en signos que avisan, ordenad  
que tenga yo buena suerte con  
Amarilis, la más bella de las ninfas.

55 Si entre vosotras una  
miró sobre su parto y nacimiento  
y della se encargó desde la cuna,  
dispensando su acción, su movimiento,  
pedidla, estrellas, a cualquier que sea,  
60 que la incline siquiera a que me vea.

Yo, en tanto, desatado  
en humo, rico aliento de Pancaya,  
haré que, peregrino y abrasado,  
en busca vuestra por los aires vaya;  
65 recataré del sol la lira mía  
y empezaré a cantar muriendo el día.

Las tenebrosas aves,  
que el silencio embarazan con gemido,  
volando torpes y cantando graves,  
70 más agüeros que tonos al oído,  
para adular mis ansias y mis penas,  
ya mis musas serán, ya mis sirenas.

Estrellas, si una entre vosotras prestó  
atención a su parto y nacimiento, y se  
encargó de ella desde la cuna,  
otorgando su acción y su movimiento,  
pedidle, a la que sea, que la persuada  
a que al menos se fije en mí.

Yo, mientras tanto, haré que, errante  
y consumido de amor, vaya en  
vuestra busca por los aires el  
apreciado incienso arábigo de  
Pancaya, liberado en humo; ocultaré  
del sol mi lira y empezaré a cantar al  
anochecer.

Las aves sombrías de la noche, que  
estorban el silencio lastimosamente,  
volando con torpeza y cantando  
pesadas, más como presagios que  
como acordes musicales, bien me  
servirán de musas, bien de aladas  
sirenas."

.....

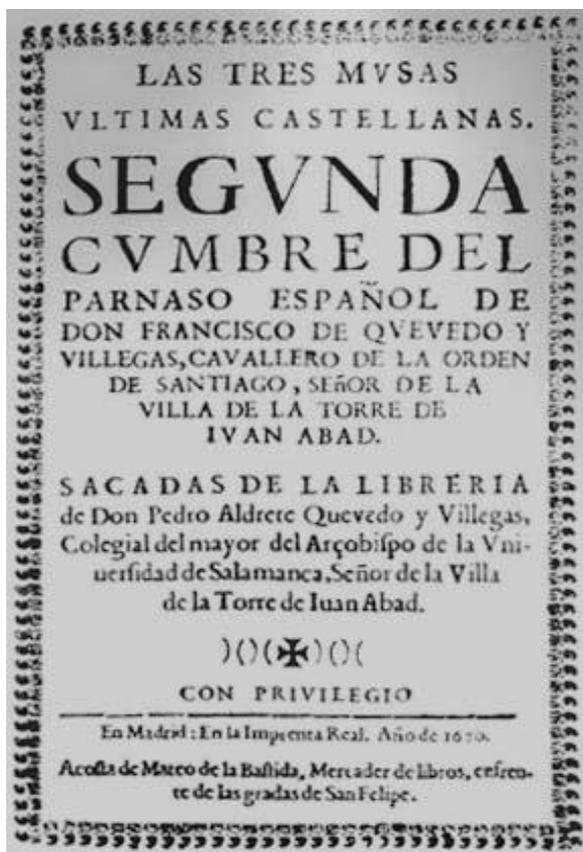
Conviene precisar que el "Himno a las estrellas", aun siendo "muy de Quevedo", como dice del poema Gerardo Diego [1979: 20], posee una fuente de la que procede muy directamente, que es la canción de índole religiosa mariana "Le Stelle", del poeta italiano Giambattista Marino (1569-1625). Gonzalo Sobejano ha estudiado el débito y las relaciones del poema de Quevedo con el de Marino en el artículo citado. Numerosas imágenes, "literales" algunas, "no dejan lugar a dudas acerca de la función de modelo" de la canción de Marino, pero Quevedo ha sabido transformar, aparte su evidente impronta poética personal, "un poema religioso de visión estelar dirigida al cielo, en un poema amoroso de visión estelar orientada a la tierra" [2003: 137].

Fuentes indirectas, pero que en algún caso se aproximan al tratamiento poético de la noche en Quevedo, ha encontrado la crítica con respecto al "Himno" en poetas como Fray Luis de León y Francisco de la Torre, ambos tan del gusto lector de Quevedo; el segundo, además, descubierto y editado por él. Gonzalo Sobejano considera que Francisco de

la Torre “es, por excelencia, el poeta del amor quejumbroso bajo la noche estrellada” [2003: 139]. Para María Luisa Cerrón, en muchos poemas de Francisco de la Torre las estrellas son contempladas con “maravillosa elevación lírica”, pues la noche, con sus mil ojos, es para el poeta su confidente, su testigo fiel, su refugio o su única compañía [1984: 32-33]. Claro está que la fuente y huellas primeras de la visión lírica del cielo estrellado, en las que bebe la poesía renacentista y barroca, se encuentran en la literatura griega y latina, cernidas más tarde en la lírica de Petrarca y sus seguidores.

De la lectura del poema y de lo referido en torno a su transformación respecto al modelo marinista, se deduce la adscripción del “Himno” a la poesía amorosa de Quevedo, aun cuando por la dificultad ya aludida, por todos reconocida, de una clara clasificación de su poesía, este poema se aproxima también a otras silvas de su grupo de carácter pastoril —el yo poético como implorante ante la pastora, aquí Amarilis, ausente—, con una presencia constante de la naturaleza, en este caso de la noche estrellada. Así, se ha percibido la cercanía de estas silvas de Quevedo, próximas a lo pastoril, a modelos clásicos latinos como Horacio, Virgilio, Estacio y otros. De ahí que se ha visto en ellas, también en el “Himno”, una “poesía ocasional” o “de circunstancias”, de carácter predominantemente descriptivo. La amada, en este caso Amarilis, no sólo nos es desconocida en el poema, sino que se nos muestra ausente. “La aparición de la amada se reduce a una simple mención, en ocasiones muy deliberada, para inclinar la silva hacia una vertiente amorosa de la que aparentemente carecía”, dice al respecto M. A. Candelas. Y al referirse más en concreto al “Himno”, en él, dice, “por extensión, parece cobrar más importancia la repetidora aposición a las estrellas con intenciones descriptivas o definitorias que la exhortación a las mismas para que la dama corresponda a su amor” [1997: 177-178].

Dificultad que también se presenta para clasificar el “Himno” dentro de la poesía amorosa de Quevedo es el de la densidad afectiva de la misma en sus insuperables sonetos de amor, cima de nuestra lírica, frente a un sentimiento ahora difuso y cargado de retórica. Es poesía amorosa, pero en el contexto propio en que aparece de las silvas, lejano del “desgarrado” sentir de los sonetos y del Quevedo “apasionado” al que Gerardo Diego aludía [1979: 20].



Portada de *Las tres musas últimas castellanas* (1670)

En la “lectura directa” que Gonzalo Sobejano realiza del “Himno”, cuyo tipo de estrofa considera una variante de la “sexta rima” o “sextina real”, precisa su tema como una extensa alabanza a las estrellas (estrofas 1ª a 8ª) para que intercedan ante Amarilis en favor del amante (estrofas 9ª y 10ª) que, agradecido, hará de su poesía un homenaje continuo a la noche (estrofas 11ª y 12ª). Los tres momentos del poema se justifican en su desigual extensión, especialmente el primero, por el ritmo que el poeta

imprime para retardar la petición y la ofrenda final: «El “Himno a las estrellas” mantiene un tono de canción encantatoria en su primer tiempo, relevado por un tono de humilde plegaria en el segundo y por otro de melancolía entre confiada y desconfiada en el último». Para Gonzalo Sobejano, la confianza que acompaña a la petición del amante termina en desconfianza, “la ilusión se desvanece”, y el triunfo de la melancolía aproxima el poema a los aledaños de una elegía [2003: 130 y 132].

En cuanto a las referencias y motivos astrológicos que podemos encontrar en el “Himno”, aparecen siempre sustentados más en la tradición lírica clásica, con alusiones mitológicas en varios casos, que en teorías o cuestiones científicas por entonces problemáticas o no bien conocidas, como vimos al principio. Así, las estrellas son equiparadas al gigante Argos o Panoptes, el que todo lo ve (v. 11), por sus numerosos ojos que, a su muerte, la diosa Hera sitúa en la cola del pavo real. Al igual que en este, las estrellas son en el poema “pompa que da la noche a sus vestidos” (v. 17). Aparecen también como “ninfas”, protectoras de los hombres mediante la naturaleza, aquí trasladadas a la naturaleza cósmica, de la “familia” de la luna, a quien la diosa Fortuna sigue en sus cambios y movimientos (vs. 26-28), por lo que las estrellas se convierten en “dispensadoras de la suerte” (vs. 31-32). Esta creencia se admitía en la “astrología judiciaria” cuando atañía, como ya comentamos, a aplicaciones agrícolas como pronósticos favorables o desfavorables, de modo que las estrellas, por su brillo, presagiaban sequías prolongadas, fuegos en los campos, o lluvias y temperaturas propicias para los cultivos de los labradores (7ª estrofa).

Más problemática se mostraba la aplicación del comportamiento de los desplazamientos de los planetas respecto a vaticinios o pronósticos, de tanta tradición literaria a partir del Renacimiento y en todo el siglo de oro. Quevedo recurre a ella en la conjunción de Saturno, Júpiter y Marte, conocida como “magna”, que, al ocultar determinadas estrellas, ya fijas, ya errantes, pronosticaba grandes acontecimientos (“amenazas de príncipes y reyes”) (v. 45). Aparece también la antigua creencia mítica de que, al morir, cada alma ocupa su estrella (vs. 49-50). O la del influjo benéfico o maléfico de las mismas como signos del zodiaco —tener buena o mala estrella—, de lo que tanto se mofa Quevedo en su poesía humorística y burlesca, como en la letrilla de “El signo del escribano” (“...y no lo digo por mal”) o en la del “sastre” (“...con su pan se lo coma”). También se recoge en la poesía

amorosa, como influjo benéfico, esta predisposición positiva de las estrellas para los amantes. Nos dice Quevedo en unas redondillas de "Pasiones de ausente enamorado":

Este amor, que yo alimento  
de mi propio corazón,  
no nace de inclinación  
sino de conocimiento,

que amor de cosa tan bella,  
y gracia, que es infinita,  
si es elección, me acredita;  
si no, acredita mi estrella [...] [Crosby, 1981: 228].

Es decir, acredita la buena suerte o destino favorable del enamorado. Es lo mismo que encontramos en el "Himno" en el apartado de la petición que el amante formula a sus confidentes, las estrellas: "con Amarilis, ninfa la más bella, / estrellas, ordenad que tenga estrella" (vs. 53-54), o sea, como concluye su petición, que Amarilis se digne fijarse en él (v. 60). La creencia tiene su justificación en la antigua y pagana de que cada uno posee, al nacer, su propia estrella que le acompaña durante la vida. A la estrella de Amarilis, "a cualquiera que sea" (v. 59), es, en definitiva, a quien el poeta dirige su ruego o súplica.

Junto a estas referencias paganas de la tradición astrológica clásica, enmarcadas aquí en su contexto estético y poético, y distanciadas por ello de aspectos doctrinales conflictivos, aparecen también en el "Himno" referencias astrológicas enmarcadas en la concepción clásica cristiana del cielo en el universo ptolemaico, todavía vigente en los siglos XVI y XVII. Las estrellas son "centellas" escapadas del inmenso mar de luz (v. 3) que es el Cielo Empíreo, sede del fuego puro y eterno, en que todo es luz, resplandor y día constante. La misión de las estrellas es equiparable a la de los ángeles, pues, como ellos, son guardianes del "trono del eterno coro" celeste (v. 9); y de algún modo anuncian también a los mortales, como "letras de luz", los "misterios encendidos" (v. 18), aquellos que Fray Luis de León vislumbraba en su "Noche serena".

Pero el poema es de amor humano, alejado de su modelo, y se impone al final en él la tradición lírica clásica basada en motivos paganos:

el amante promete rendir homenaje a las estrellas con el incienso que los poetas solían ofrecer, el de la arábica Pancaya (vs. 61-64). Además, las “tenebrosas aves” nocturnas, símbolos arcaicos de agüeros y vaticinios, inspirarán su poesía, ya sólo en la noche, como musas homéricas o como sirenas aladas (estrofa 12<sup>a</sup>). Este cierre del “Himno” con la presencia de las aves agoreras nocturnas es el que imprime al final su desasosiego melancólico al poema. Lo que es también común a otras poesías amorosas de Quevedo, en las que las aves enmarcan el sentimiento del poeta de modo negativo o, en otros casos, positivo [Ver S. Fernández Mosquera, 1999: 89-90].



Ulises y el canto de las sirenas

Esta melancolía, que frecuentemente se acompaña en la poesía de Quevedo de tristeza y pesimismo, contrasta en sus días con la luminosa y colorista de su denostado y, en el fondo, admirado Góngora. Gerardo Diego, al citar un soneto de este, escrito al enterarse el poeta cordobés de que Quevedo se ejercitaba en el arte de la pintura, recoge estos versos

gongorinos: "Tu pintura será cual tu poesía, / bajos los versos, tristes los colores". Sobre lo que comenta Gerardo Diego: "Estupenda definición. Bajos los versos, es decir, afinados por debajo del diapason normal; admirable acierto del crítico con aficiones de música. Y tristes los colores. Porque en Quevedo hay color, como hay armonía, pero triste el uno como baja la otra. Sobre todo para un Góngora, que eleva el diapason y la tonalidad pictórica a luminosas asunciones" [1979: 19-20]. Es lo mismo que Dámaso Alonso percibe como un contraste más entre el Quevedo primero y el postrero en su poesía amorosa, el que va "de un colorido alegre a un colorido sombrío": "Si cerramos los ojos y queremos atribuir un color a Quevedo, le daríamos el ocre, o en la escala de encarnados, el rojo más sombrío" [1976: 509-510].

Otro contraste, ya apuntado más arriba, en la poesía amorosa de Quevedo, en paralelo al precedente, es el de su poesía amorosa "apasionada", del "desgarrón afectivo" comentado por Dámaso Alonso, o del "puro grito como expresión afectiva" que nos conduce a "uno de los poetas amorosos más intensos de nuestra historia literaria", cuya poesía "ofrece a su vez una autenticidad indudable" [Blecua, 1981: XIX]; frente a su poesía amorosa "ocasional" o "de circunstancias", en la que los elementos retóricos y las reminiscencias de la tradición clásica y petrarquista se sitúan en primer plano frente al sentimiento profundo e intenso de la primera. Poesía "convencional", que también aflora incluso en la amorosa más ardiente. El "Himno" que comentamos se ajusta, como hemos apreciado, a esta segunda clase, tanto por su ritmo y tono, por la luminosidad nocturna que acaba apagada por las sombras oscuras de las aves, como por la reiteración de recursos retóricos que se acumulan (anáforas, hipérbatos, estructuras bimembres).

La modernidad reconocida en la poesía grave y en la amorosa "desgarrada" de Quevedo, como anticipo en ella de una "angustia como la nuestra", en palabras de Dámaso Alonso, se compensa en esta del "Himno a las estrellas" con la modernidad de la melancolía ante la noche que preludia la del "nocturno" del Romanticismo y del Modernismo. Es lo que Gonzalo Sobejano ha llamado "la imaginación nocturna" en la poesía de Quevedo, cuyo paradigma se encontraría en el "Himno", tras la "lectura oblicua" que realiza del mismo. El crítico encuentra esa impronta poética peculiar en silvas y canciones que "tienen como objeto la soledad amorosa o la

meditación desengañada” en la contemplación de una noche con connotaciones de silencio, oscuridad y frío. Ya vimos que un precedente de esta actitud lírica, bien conocido por Quevedo, fue Francisco de la Torre, poeta del amor lastimoso ante la noche. Quevedo, lo mismo que es moderno por expresar mejor que nadie en su siglo la angustia del hombre contemporáneo, también lo es por comunicar la melancolía y la intimidad mediante “la imaginación de la noche”. Por eso, Gonzalo Sobejano concluye categóricamente: «Sí, Quevedo poeta de “nocturnos”» [2003: 148].

Como ejemplo, a modo de paréntesis antes de concluir, para corroborar la primicia novedosa del anticipo del “nocturno”, como género literario, en Quevedo, he aquí uno de los “Himnos a la noche” (1800) del poeta romántico alemán Novalis (1772-1801), poemas en prosa en los que se canta el triunfo del amor sobre la muerte, tema tan recurrente en la poesía amorosa de Quevedo:

Un día que yo derramaba amargo llanto, que se desvanecía mi esperanza resuelta en dolor, cuando estaba solitario ante la yerma colina que en estrecho y oscuro recinto encerraba la forma misma de mi vida - solo como nunca ningún solitario lo estuvo - acosado por indecible angustia - ya sin fuerzas, una imagen del desamparo y nada más. - Mientras dejaba vagar la mirada en busca de auxilio, sin poder avanzar, sin poder volver atrás, y me aferraba con ansias infinitas a la vida fugaz, evanescente; - entonces, de las azules lejanías - de las alturas de mi antigua dicha me vino un estremecimiento vespéral - que rompió de golpe el lazo del nacimiento, las cadenas de la luz. Desvaneciósse la pompa de la tierra, se disipó con ella mi dolor - mi melancolía se fundió en un mundo insondable y nuevo - y tú, entusiasmo nocturno, sueño del cielo, caíste sobre mí - todo el paraje se elevó lentamente; sobre el paraje flotaba, liberado y renacido, mi espíritu. La colina se convirtió en una nube de polvo - a través de la nube distinguí el rostro transfigurado de mi amada. La eternidad reposaba en sus ojos - cogí sus manos y las lágrimas se transformaron en una cadena inquebrantable y luminosa. Volaban ahuyentados los milenios hacia horizontes lejanos, como tempestades. Abrazado a su cuello lloré lágrimas arrobadoras en el umbral de la vida nueva. - Fue el primero, el único ensueño - y desde entonces tengo una fe eterna, inalterable en el cielo de la noche y en su luz que es mi amada.

Es curioso cómo las resonancias líricas se transmiten en los poetas a lo largo del tiempo, especialmente cuando en alguno de ellos, como es el caso de Quevedo, la intensidad, sinceridad y profundidad de sus sentimientos desbordan los temas variados tratados. Bien conocido es como la huella lírica quevedesca en nuestra literatura es evidente y continuamente puesta de manifiesto.

Como última conclusión, obligada por el principal motivo que nos ocupa en este trabajo, resumamos la postura de Quevedo sobre las cuestiones astrológicas. Al principio comentamos el indudable conocimiento que nuestro escritor debió tener, al igual que otros escritores de su época, de estos temas, dada la nutrida biblioteca que poseía de ellos. Como debió conocer también los reparos y admoniciones que presentaba la bula papal "Coeli et Terrae", de Sixto V, sobre la astrología judiciaria en especial. No parece probable, en cambio, que estuviera muy al corriente de las novedades astronómicas derivadas de las teorías copernicanas, que fueron divulgadas y conocidas en España a finales del siglo XVII y en el XVIII. Ante la posibilidad de incurrir en posturas no ortodoxas en este campo, entonces tan resbaladizo, Quevedo parece adoptar una doble solución para evitar conflictos doctrinales. Una, para su poesía satírica y burlesca, consistirá en utilizar las referencias y motivos astrológicos —como, por ejemplo, el caso de los influjos de los astros— en un contexto de crítica mordaz y de mofa que desvirtúa una creencia seria en dichos supuestos astrológicos. Otra, un distanciamiento estético y lírico de esas mismas referencias y motivos astrológicos en su poesía seria y en la amorosa, enmarcados en un contexto de tradición clásica grecolatina y petrarquista, plenamente vigente en el Renacimiento y en el Barroco, como ya vimos.

A esta última solución apunta el criterio de A. Martinengo en su estudio mencionado, referido en última instancia al "Himno a las estrellas", cuando dice: "Nuestro poeta pretende exorcizar creencias controvertidas y doctrinas conflictivas transfigurándolas, y, al mismo tiempo, enmascarándolas, gracias a un disfraz arqueológico y estetizante" [1983: 147]. Y para demostrar la plena ortodoxia quevedesca respecto a la supeditación de creencias y teorías astrológicas de su tiempo a la doctrina de la Iglesia, el propio Martinengo aduce el soneto de Quevedo "Al Nacimiento", a cuyo título el editor primero añadía la aclaración:

“Mostrando que la astrología misteriosa admira a la celeste”, es decir, haciendo ver, explica Martinengo, “la primacía absoluta de la astrología celeste (es decir, de la intervención divina) sobre la más humana y ambigua de las ciencias” [1983: 148]. Esta última apreciación debió ser, sin duda, la verdadera creencia de Quevedo.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ALONSO, D. [1970]: *Estudios y ensayos gongorinos*, Madrid, Gredos, 3ª edición.
- [1976]: “El desgarrón afectivo en la poesía de Quevedo”, en *Poesía española. Ensayo de métodos y límites estilísticos*, Madrid, Gredos, 5ª edición.
- BLECUA, J. M. [1969]: *Obra poética de Francisco de Quevedo*, Madrid, Castalia, cuatro vols.
- [1981]: *Poesía original completa. Francisco de Quevedo*, Barcelona, Planeta.
- CANDELAS COLODRÓN, M. Á. [1997]: *Las silvas de Quevedo*, Vigo, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Vigo.
- CASTRO, A. [1973]: *El pensamiento de Cervantes*, Barcelona, Noguer, reimpresión.
- CORCHADO SORIANO, M. [1971]: “La Venta Nueva del término de Villamanrique”, en *Cuadernos de Estudios Manchegos*, época II, nº 2, Ciudad Real.
- CROSBY, J. O. [1981]: *Poesía varia. Francisco de Quevedo*, Madrid, Cátedra.
- DIEGO, G. [1979]: *Antología poética en honor de Góngora (1927)*, Madrid, Alianza.
- ENTRAMBASAGUAS, J. de [1958]: *Estudios sobre Lope de Vega*, Madrid, C. S. I. C., v. III.
- FERNÁNDEZ MOSQUERA, S. [1999]: *La poesía amorosa de Quevedo*, Madrid, Gredos.
- HURTADO TORRES, A. [1984]: *La astrología en la literatura del siglo de oro*, Alicante, Instituto de Estudios Alicantinos, Diputación Provincial.

- ISADO JIMÉNEZ, P. J. [1980]: "Quevedo o el amor trascendido (Presencia en Bécquer y Vicente Aleixandre)", en *Homenaje a Quevedo*, Ciudad Real, Instituto de Estudios Manchegos.
- MARTINENGO, A. [1983]: *La astrología en la obra de Quevedo*, Madrid, Alhambra.
- MENÉNDEZ PIDAL, G. [1992]: *España en sus caminos*, Madrid, Caja de Madrid, Editorial Debate.
- NOVALIS (Friedrich, barón von Hardenberg) [2001]: *Himnos a la noche. Cánticos espirituales*, Barcelona, Círculo de lectores.
- SOBEJANO, G. [1982]: «"Himno a las estrellas": la imaginación nocturna de Quevedo», en *Quevedo in perspective*, pp. 35-56, Newark, Delaware, EE. UU.
- [2003]: «La imaginación nocturna de Quevedo y su "Himno a las estrellas"», en *Inmanencia y trascendencia en poesía (De Lope de Vega a Claudio Rodríguez)*, Salamanca, Biblioteca Filológica, Ediciones Almar.
- VILLANUEVA, D. [2007]: *La poética de la lectura en Quevedo*, Madrid, Ediciones Siruela.



## MUJERES ASTRÓNOMAS

Mercedes Marín Camino

M<sup>a</sup> Emilia Martín Vicente

M<sup>a</sup> Ángeles de la Peña Hernando

Departamentos de EPV, Biología, y Física y Química

Esta es una batalla que tendrán que luchar las mujeres jóvenes. Hace treinta años pensábamos que la batalla acabaría pronto, pero la igualdad es tan elusiva como la materia oscura [Vera Rubin, *Newsweek*, octubre 2005].

### INTRODUCCIÓN

Un examen poco riguroso de la historia de la ciencia induciría a pensar que la mujer ha estado ausente del desarrollo de esta actividad a lo largo de la historia. Hipatia, Caroline Herschel, Cecilia Payne y tantas otras mujeres astrónomas citadas en este artículo desmienten esa afirmación.

Es cierto que lo políticamente correcto hoy es afirmar que no se puede, ni se debe, diferenciar entre hombre y mujer a la hora de desarrollar actividades. Sin embargo, si examinamos la historia de la humanidad en sus diversas facetas rara vez aparece la mujer como protagonista, lo cual no se corresponde con los hechos, sino que es una distorsión histórica pues no hay que olvidar los sesgos habituales que tienen los historiadores: su interpretación ha de pasar por el tamiz del tiempo y por quien decidió anotar qué cosas, con la subjetividad que eso conlleva y a todo ello hay que añadir que los historiadores han sido, por abrumadora mayoría, hombres.

En este trabajo justificamos la necesidad de conocer la aportación científica (en este caso a la Astronomía) de las mujeres y por qué esta aportación ha pasado casi desapercibida. Quizá ha propiciado esta situación el hecho de que estas mujeres han desarrollado su actividad científica bajo la sombra y apellidos de padres, hermanos y maridos.

Luchadoras todas ellas, consiguieron proyectarse más allá de los muros tan estrechos que la sociedad les imponía. Con gran esfuerzo lograron superar obstáculos para desarrollarse como personas. Fueron artífices de sus propios destinos como mujeres aún cuando fuera bajo indumentaria masculina o tras los hábitos de monja. Todas intentaron dejar su impronta en el momento histórico que les tocó vivir y así lograron ser ellas mismas.

Las mujeres dedicadas a la Astronomía han sido numerosas. Por ello hemos debido seleccionar, para detallar sus avatares, las que, a nuestro juicio, son más importantes, recogiendo en forma de cuadro una relación cronológica de otras muchas científicas que han trabajado en este campo, desde la antigüedad hasta 1964, fecha en la que Vera Rubin utilizó de forma legal el Telescopio de Monte Palomar como ejemplo claro de cómo, hasta bien entrado el siglo XX, las grandes instalaciones se oponían a la formación de buenas profesionales en Astronomía.

Estas historias muestran algo que a veces se olvida, se desconoce o se oculta: que las mujeres siempre se han sentido atraídas por el conocimiento, en general, y el científico, en particular. En Grecia, las escuelas platónica o la pitagórica las admitían en su seno (sólo las nombradas por Iámblico suman diecisiete) y así en Alejandría vivió Hipatia, matemática, astrónoma, directora de la escuela neoplatónica de dicha ciudad.

## HIPATIA DE ALEJANDRÍA



Nació en Alejandría a mediados del siglo IV. Era hija de Teón de Alejandría, matemático y astrónomo, último director del Museo de Alejandría. Teón fue un sabio que no se contentó con guardar los conocimientos de la ciencia para él y sus discípulos sino que los compartió con su hija, algo insólito en el siglo IV.

Los historiadores han llegado a asegurar que incluso superó a Teón y que muchos de los escritos conservados que se suponen de Teón son de

Hipatia. Fue matemática, astrónoma y filósofa neoplatónica. Viajó por Italia y Atenas siempre con el afán de aprender y enseñar. Asumió la dirección de la escuela neoplatónica de Plotino. Para Hipatia y el resto de estudiosos de su tiempo, la Metafísica y la Cosmología llevan a las Matemáticas, la Astronomía, la Geometría y la Física y, gracias a ellas, a las respuestas sobre las grandes cuestiones religiosas, sociales y políticas de su tiempo.

En el 400, cuando tenía alrededor de 25 años, la relevancia de Hipatia en el contexto alejandrino llegó a ser muy peligrosa en esta ciudad que se iba haciendo cada vez más cristiana. Los filósofos neoplatónicos como Hipatia pronto se vieron cruelmente perseguidos. Ella no consintió en convertirse al cristianismo a pesar del miedo y de los consejos de sus amigos, como el caso de Orestes, prefecto romano y alumno suyo.

En el año 412 el obispo Cirilo fue nombrado patriarca, título de dignidad eclesiástica que sólo se usaba en Alejandría, Constantinopla y Jerusalén, que equivalía casi al Papa de Roma. Cirilo fue el principal responsable de la muerte de Hipatia (aunque no exista documentación directa que lo acredite), a la que temía y admiraba a la vez porque no comprendía ni consentía que una mujer se dedicara a las Ciencias. Fomentó el odio y el fanatismo hacia ella, tachándola de hechicera y bruja pagana.

En la primavera del año 415 fue asesinada de la manera más cruel por un grupo de monjes de San Cirilo de Jerusalén (no hay que confundir a los dos Cirilos, ya que el de Jerusalén había muerto en el 387). Estos hechos los recoge Juan de Nimio, obispo de Egipto en el siglo VII, quien justifica la masacre cometida aquel año contra los judíos de Alejandría y también la muerte de Hipatia. Relata como un grupo de cristianos violentos, seguidores de un lector llamado Pedro, fueron en su busca, la golpearon, desnudaron y arrastraron por toda la ciudad hasta llegar a un templo llamado Cesáreo. Allí continuaron la tortura cortando la piel y su cuerpo con caracolas afiladas, hasta que murió; a continuación la descuartizaron y la llevaron a un lugar llamado Cindrón y allí finalmente la quemaron. De esta manera creyeron acabar con la idolatría y la herejía.

Orestes, el prefecto romano amigo y alumno de Hypatia, informó de los hechos y pidió a Roma una investigación que se fue retrasando por “falta de testigos”. Orestes tuvo que huir de Alejandría y abandonar su cargo. Con la

muerte de Hypatia se terminó también la enseñanza del pensamiento de Platón no sólo en Alejandría sino en el resto del Imperio.

Al asesinar a Hypatia mataron a una mujer, a una matemática y filósofa, la primera en la historia y la más notable de su época, pero no pudieron asesinar el pensamiento filosófico y matemático griego.

### **Comentario al libro III de la síntesis matemática de Ptolomeo**

Hipatia comienza su trabajo con un capítulo de treinta y seis páginas que contiene una recapitulación de los dos libros precedentes y un análisis de la historia de la Astronomía solar hasta sus días. Describe el concepto de año trópico, que es el punto de inicio de los cálculos acerca del movimiento del Sol según el esquema geocéntrico vigente. Según su definición el año trópico es el tiempo que tarda el Sol en volver al mismo equinoccio, menos de 365 días y un cuarto.

Considera la teoría de la precesión de los equinoccios de Ptolomeo necesitada de un ajuste en el calendario. Esta teoría requiere que se asuma que tanto el Sol como la Luna deben acelerar sus movimientos y precisamente la sensación de estos movimientos erráticos constituyeron un problema para la Astronomía Geocéntrica. Hipatia advierte errores en la teoría y plantea que muchos de los problemas de la teoría ptolemaica sobre el movimiento del Sol y la localización precisa de los equinoccios se debieron a que solo se tomaba en consideración el año trópico y no el sidéreo. Los historiadores piensan que Hypatia, en esta apreciación, estaría aludiendo al uso del Año Sótico (el tiempo que tarda la estrella Sirius en volver a la misma localización celeste: 365 días, 6 horas y varios minutos). Este sistema podría establecer cálculos de los equinoccios de forma más precisa y calcular equinoccios remotos en el tiempo con más garantía que el esquema ptolemaico. Hypatia afirma en su comentario que era imposible que el Sol pasara por el mismo punto en el deferente y en la excéntrica según los diagramas de Ptolomeo. Los dos movimientos del Sol no estaban bien sincronizados, lo que debería ser resuelto.

Hypatia reelaboró cuidadosamente las tablas astronómicas y realizó un nuevo cálculo de los valores matemáticos de los eventos celestes descritos por los astrónomos de la Antigüedad. El objetivo principal era revisar la

adecuación de los datos de observación al esquema ptolemaico con la ayuda de nuevos instrumentos científicos como el astrolabio. Sus comentarios fueron estudiados por Copérnico diez siglos más tarde. Se supone que leyó los comentarios de Hypatia al Tercer libro, destacando las críticas metodológicas sobre algunos aspectos de Hiparco y Ptolomeo sobre los movimientos del Sol, pudiendo influir sobre la decisión copernicana de cambiar las funciones de la Tierra y el Sol en su modelo heliocéntrico.

### **Instrumentos de observación astronómica**

Hipatia construyó astrolabios y era experta en su manejo, como se afirma en la carta de Sinesio de Cirene a Paeonius, donde el primero relata cómo él mismo construye astrolabios a partir de las enseñanzas de su sabia maestra. Este texto es considerado un documento importante en la historia de la Astronomía.

Durante la Edad Media subyace un substrato cultural con fuertes ligaduras con la época clásica, si bien a las mujeres no les está permitida la educación y vedada incluso la lectura y la escritura. En esta situación, la única salida es la vida monástica y conventual, donde la humanidad preserva su patrimonio cultural. Ahí la mujer puede aprender y llegar a ser auténtica erudita. Y aunque en este periodo escasean más que en otros, aparecen mujeres como Roswita, monja de la abadía benedictina de Sajonia, que vivió en el siglo X y nos dejó constancia de los conocimientos matemáticos de la época.

Es en el Renacimiento, con la revolución científica, cuando el interés de las mujeres por la Ciencia se generaliza. El método experimental y el cálculo matemático serán, tras ese periodo, las características de la ciencia moderna, siendo la Astronomía uno de los campos más importantes en el progreso científico, gracias a la obra de Cópérnico *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, donde se expone la teoría de un sistema heliocéntrico que explica de manera efectiva los fenómenos astronómicos observados.

El siglo XVII está marcado por su aportación científica, aunque no existe especialización. El conocimiento es racional, basado en la observación y experimentación, y la ciencia se revolucionó con las ideas de Francis Bacon sobre la adecuada organización de las ciencias. Es un siglo



La obra es una divulgación exhaustiva pero personalizada de las teorías de Kepler, donde planteaba soluciones y aportaba nuevas tablas matemáticas.

Aunque Cunitz publicó *Urania propitia* con su nombre de soltera, pocos creyeron que la obra fuese suya. Su marido consideró necesario añadir a las ediciones posteriores un prefacio en el que declaraba que él no había tenido parte alguna en el trabajo de María. En dicho prefacio, Cunitz aseguraba que su astronomía era fiable, aunque hecha por «una persona del sexo femenino». Insistía que su diligencia en pasar «días y noches acumulando conocimientos de una u otra ciencia o arte» había agudizado su entendimiento o –como ella escribió– «al menos el entendimiento que es posible en un cuerpo de mujer» [Cunitz, 1650: 147]

No es de extrañar, que la única publicación de María Cunitz no sea ampliamente conocida. Se publicó en privado y, sin duda, se imprimieron un pequeño número de copias. Maria Cunitz fue una copernicana, y una de las primeras en descubrir la rica complejidad de la cosmología de Kepler y los misterios de su teoría del movimiento planetario.

A raíz de la aparición de *Urania propitia*, Cunitz hace repetidos esfuerzos para unirse a la República de Letters, manteniendo correspondencia con los grandes astrónomos de la época, Pierre Gassendi, Ismaél Boulliau, Johannes Hevelius y otros defensores de la News Science, como Albrecht Portner (cartas inéditas, hacia y desde Cunitz, se pueden encontrar en París, en la Biblioteca Nacional y la Biblioteca de l'Observatoire, y en Viena ONB).

Al final, la República de Letters juzgó *Urania propitia* positivamente. Cunitz fue elogiada por ampliar los trabajos de Kepler y simplificar sus procedimientos de cálculo de los eclipses, especialmente para las latitudes del planeta. Sencillez aparte, Boulliau juzgó el trabajo de Cunitz menos preciso que el suyo, en particular para Júpiter, Saturno, Mercurio y la Luna, y de hecho, las tablas de Cunitz rara vez son mencionadas por los contemporáneos. Un siglo más tarde, A. G. Pingré y J. B. Delambre acuerdan, que las tablas de Cunitz no aportan nada a la Astronomía, sino que desfiguran a Kepler a su conveniencia. Sin embargo, Delambre, siempre mordaz, ignoró el hecho de que una serie de tablas post-Keplerian,

incluida la *Urania propitia*, eran a menudo más precisas que las de Kepler, al menos para varios de los planetas.

María Cunitz no publicó nada más. Su correspondencia no se ha publicado, lo que demuestra que la mayoría de sus cartas y la correspondencia se perdieron en un incendio durante la noche del 25 de mayo de 1656. El esposo de María murió en 1661, y ella murió tres años más tarde en Pitschen, el 22 de agosto de 1664.

A finales del siglo XVII se empezó a dar un cierto tipo de especialización en la investigación, y la astronomía experimentó un importante avance. La observación de los cielos con el telescopio produjo una verdadera conmoción y las mujeres estuvieron a la vanguardia o muy cerca de ella en el desarrollo de la Astronomía.

#### MARIA WINCKELMANN KIRCH (1670-1720)

Nació en Panitzsch, una aldea a unos 10 km al este de la ciudad de Leipzig. Su padre, ministro luterano, educó a María en casa. Al morir él, antes de completar sus estudios, uno de sus tíos asumió el papel de tutor.

La astronomía fue siempre el tema que más fascinó a Winckelmann para lo cual aprovechó la oportunidad de estudiar con Christopher Arnold, el llamado “campesino astrónomo”. Arnold era un excelente astrónomo, hombre autodidacta, que no había estudiado el tema en una universidad. Vivió en Sommerfeld (un pequeño pueblo entre Panitzsch y Leipzig, a unos 7 km de Leipzig) y se hizo un buen nombre para sí mismo en 1683 con sus observaciones del cometa que apareció en dicho año y también con sus observaciones del tránsito de mercurio en 1690. El Consejo de Leipzig quedó tan impresionado con el trabajo de Arnold que le dio, además de una cantidad de dinero, el derecho a no pagar impuestos durante el resto de su vida.

Winckelmann se convirtió en el aprendiz no oficial de Arnold. En esta etapa ella vivió con la familia de Arnold y, trabajando con él, conoció a uno de los principales astrónomos alemanes del momento, Gottfried Kirch, nacido en Guben el 18 de diciembre de 1639. Gottfried había estudiado en Jena, con Johannes Hevelius de Gdansk. Hevelius había elaborado en 1647 *Selenographia*, uno de los primeros mapas detallados de la superficie de la

luna. La esposa de Hevelius, Elisabetha (de soltera Koopmann) había colaborado con él en la toma de las observaciones astronómicas y esto, sin duda, ayudó a Gottfried Kirch a aceptar que las mujeres podían hacer importantes contribuciones a la astronomía.

Aunque el tío de Winkelmann quería que se casara con un joven ministro luterano, consistió que contrajera matrimonio con Kirch, unos treinta años mayor que ella.

Sabiendo que no tendría oportunidad de cultivar la astronomía siendo una mujer independiente, al casarse pasó de ser ayudante de Arnold a serlo de Kirch, y Kirch encontró en Winkelmann la segunda esposa que necesitaba para sus asuntos domésticos y el ayudante astronómico que tanta falta le hacía para sus cálculos, observaciones y elaboración de calendarios.

Gottfried Kirch fue uno de los primeros científicos que utilizó el telescopio en la observación sistemática, descubriendo varios cometas. Además de haber formado a sus tres hermanas en la astronomía, trabajó con su esposa que ya era un astrónomo entrenado. Gottfried producía calendarios, lo había hecho desde 1667, por lo que era natural para él enseñar a su esposa María para que le ayudara en estas tareas. Los calendarios no tenían la forma simple de los días de la semana junto con una bonita foto para cada mes, sino que cada calendario predecía la posición del Sol, la Luna y los planetas (calculada sobre la base de las *Tablas Rudolfinas*), las fases de la luna, los eclipses de Sol o de Luna con su hora, y la salida y la puesta del Sol, con un cuarto de margen, para cada día del año. Los dos trabajaron en equipo y, a pesar de que probablemente estaban igualmente calificados como astrónomos, la condición social de la mujer en este momento exigía que María actuase como asistente de su marido en vez de pareja. De hecho esto es exactamente lo que hizo y, cuando descubrió un cometa el 21 de abril de 1702, fue su esposo quien fue acreditado con el descubrimiento.

Los calendarios producidos por María y Gottfried Kirch eran de tal importancia para la Real Academia de Ciencias de Berlín (obtenía una gran parte de sus ingresos de la venta de las diversas modalidades de calendarios) que en 1700 se ofreció a Gottfried el cargo de Astrónomo Real. Kirch aceptó el cargo y la familia se trasladó a Berlín en mayo de 1700, donde un

nuevo observatorio comenzaba a ser construido. La construcción del observatorio tardó más de una década y mientras tanto las observaciones se hacían desde su casa de Berlín, dándoles luego la oportunidad de utilizar el observatorio del barón von Krosigk. Von Krosigk fue un astrónomo aficionado y gran amigo de la familia que ayudó a María y Gottfried Kirch proporcionándoles apoyo financiero.

María Kirch se convirtió en la primera mujer conocida que descubrió un cometa en 1702. Esta es la descripción del evento, escrito en 1710 por su esposo:

[... ] A temprana hora de la madrugada (hacia las dos), el cielo estaba despejado y lleno de estrellas. Unas noches antes yo había observado una estrella variable y mi esposa (mientras yo dormía) quiso encontrarla y verla por sí misma. Al hacerlo descubrió un cometa en el cielo. A cuya hora me despertó y yo hallé que era en efecto un cometa (...). Me sorprendió no haberlo visto la noche anterior [G. Kirch, 1710: 33].

La noticia del descubrimiento del cometa, primer logro científico de la nueva academia, fue enviada de inmediato al rey. El informe, sin embargo, llevaba el nombre de Kirch, no el de Winkelmann. ¿Por qué dejó Winkelmann que sucediera esto? Sin duda sabía que el reconocimiento de sus logros podía ser importante para su futura carrera, pero su incapacidad para exigir el reconocimiento pudo estar unida a su falta de formación en latín –la lengua científica común en la Alemania de comienzos del siglo XVIII– que hacía difícil que pudiera publicar en el *Acta Eruditorum*, la única revista científica.

Sin embargo, en el problema de la atribución del inicial avistamiento del cometa tuvo mayor importancia el hecho de que María y Gottfried trabajaban en estrecha colaboración. Ni eran dos profesionales independientes, ni su labor de esposos se dividía con los criterios de la época: él el profesional y ella el ama de casa. Como dijo Vignoles, se turnaban para observar, de modo que sus observaciones se sucedían sin interrupción, día y noche. En otras ocasiones observaban juntos (él observaba el norte y ella el sur) y así podían llevar a cabo observaciones que una sola persona no podía hacer con precisión.

Aunque Gottfried Kirch publicó el informe con su nombre, sería una simplificación excesiva culparle de «expropiar» el logro de su esposa, y así, cuando ocho años después, se reeditó el informe en el primer volumen de la Academia de Berlín, *Miscellanea Berolinensia*, Kirch mencionó a Winkelmann como parte del descubrimiento. El informe, publicado en 1710, comienza diciendo: «Mi esposa (...) contempló un cometa inesperado» [G. Kirch, 1710: 212–214].

Maria Kirch hizo un número pequeño de publicaciones a su nombre: *Observaciones sobre la Aurora Boreal* en 1707 y en 1709 la obra *de Von der Conjunction de Saturni der Sonne uns der Venus* sobre la conjunción del Sol, Saturno y Venus, que se produciría en 1712.

Uno de sus opúsculos, *Die Vorbereitung zur grossen Opposition*, en el que predice la aparición de un nuevo cometa, tuvo una reseña favorable en el *Acta Eruditorum* en 1712.

Gottfried Kirch murió el 25 de julio de 1710. María solicitó su ingreso en la Academia, dejando claro que solo estaba solicitando un cargo como confeccionadora *ayudante* del calendario. «No sería tan osada –escribió– como para sugerir que asuma plenamente el cargo (de astrónomo)». Su argumento era doble: En primer lugar, estaba bien cualificada, ya que había sido instruida en el cálculo y la observación por su marido y en segundo lugar, había estado trabajando *de facto* para la academia durante los diez años anteriores. Incluso –informaba– «durante algún tiempo, mientras mi querido y difunto marido estuvo enfermo y débil, yo preparé el calendario a partir de sus cálculos y lo había publicado con el nombre de él» [L. Schiebinger, 2004: 138]. Gottfried von Leibniz apoyó la solicitud de María, sin embargo, otros miembros se opusieron firmemente a que Winkelmann ocupara el puesto.

La academia nunca explicó con detalle sus razones para negarse a nombrarla para un cargo oficial, pero Winkelmann atribuyó sus desdichas a su sexo. Así en uno de sus escritos narra la confianza que profesaba su esposo de que Dios mostraría su gracia a través de unos patronos influyentes. Esto –escribió– no es válido para el «sexo femenino», o en el prefacio de una de sus obras, citando fuentes bíblicas, sostiene que «el sexo femenino, igual que el masculino, posee talentos mentales y espirituales».

Con la experiencia y el estudio diligente –escribió–, una mujer podría llegar a ser «tan diestra como un hombre en la observación y en la comprensión de los cielos» [L. Schiebinger, 2004:141].

Aunque Winkelmann no pudo continuar en la academia de Berlín, sí continuó con sus trabajos astronómicos en el observatorio privado del barón Krosig. Prosiguió con sus observaciones diarias, –siendo ahora el maestro– y contó con dos alumnos que le ayudaban. Durante esta época pudo mantener económicamente a su familia preparando calendarios para Breslau y Nuremberg. Cuando murió Krosigk en 1714, Winkelmann dejó el observatorio por una plaza en Danzing como ayudante de un profesor de matemáticas. A su vez la familia de J. Hevelius (profesor de Gottfried Kirch), la invitó a ella y a su hijo a reorganizar el observatorio del astrónomo fallecido. En 1716 la familia Winkelmann-Kirch recibió una invitación de Pedro el Grande de Rusia para ejercer la astronomía en Moscú, pero decidieron regresar a Berlín al ser nombrado su hijo Chirstfried observador para la academia. Así Winkelmann volvió de nuevo al trabajo de observación y confección de calendarios para la academia, esta vez como ayudante de su hijo.

Pero no todo fue bien. Se mantenía la idea de que las mujeres no debían, al menos en un cargo público, dedicarse a la astronomía. Fue reprendida por el consejo de la academia en repetidas ocasiones por hablar demasiado con los visitantes, exhortándola a que «se dejara ver lo menos posible en el observatorio, sobre todo en ocasiones públicas» [L. Schiebinger, 2004: 148].

Maria Winkelmann se vio obligada a elegir entre intentar nuevamente lograr una plaza propia o, en interés de su hijo, retirarse. No obstante los escritos muestran que la elección no fue suya, ya que la academia resolvió destituir a Winkelmann el 21 de octubre de 1717, alegando el poco caso hecho a sus admoniciones.

Winkelmann abandonó el observatorio y prosiguió sus observaciones en casa, «de puertas adentro», como se consideraba oportuno y con escasos instrumentos a su alcance. María se vio obligada a abandonar la ciencia y murió de fiebre en 1720.

NICOLE-REINE LEPAUTE (1723-1788).

Nicole-Reine Etable de Labrière nació en el Palacio de Luxemburgo en París, donde su padre estaba al servicio de la Reina de España, Elisabeth d'Orléans. Se caso con Jean-André Lepaute, relojero real y ayudó a su marido en el trabajo .

Su primera investigación la realizó sobre las oscilaciones de péndulos de longitudes diferentes, y un informe del mismo aparece en el *Traité d'horlogerie* de su marido (1755). Trabajando con él se ganó la reputación de ser una de las mejores “computadoras astronómicas” de su tiempo.

En 1757 los astrónomos esperaban el regreso del cometa Halley. Había aparecido anteriormente en 1305, 1380, 1456, 1531, 1607 y 1682. Halley, teniendo en cuenta las perturbaciones a la órbita causadas por el efecto gravitacional de Júpiter, había predicho que el cometa volvería a llegar al perihelio en diciembre de 1758. Sin embargo, la única manera de obtener una predicción más precisa de su fecha de regreso era realizar el cálculo de las perturbaciones a la órbita causadas por el efecto de la gravedad de Júpiter y Saturno. Jérôme Lalande, director del Observatorio de París solicitó la ayuda del matemático Alexis Clairaut y de Mme. Lepaute.

El problema era enorme, y parece increíble, en esta época de computadores electrónicos cada día más potentes, que un proyecto como este pudiese realizarse sólo con trabajo mental.

Lalande describe así el trabajo realizado [P.V. Rizzo, 1954: 7–10]

Durante seis meses calculamos desde la mañana hasta la noche, a veces incluso en las comidas [...]. La ayuda de Mme. Lepaute fue tan importante que sin ella nunca hubiera podido emprender la inmensa labor, en la que era necesario calcular la distancia que había entre cada uno de los dos planetas, Júpiter y Saturno, y el cometa, separadamente para cada grado sucesivo, durante 150 años [J. Lalande, 1803: 466]

Finalmente, el 14 de noviembre de 1758, informaron a la Academia de Ciencias de las fechas de regreso del cometa. Era la primera vez que los científicos predecían el regreso al perihelio (el punto de la órbita más

cercano al Sol) de un cometa perturbado. El cometa Halley fue visto por primera vez el 25 de diciembre y llegó al perihelio el 13 de marzo –dentro de las fechas que habían indicado el equipo de astrónomos–. Fue un éxito más de la ciencia newtoniana. Clairaut reconoció plenamente el trabajo de Mme. Lepaute, pero más tarde se retractó y cuando publicó *Théorie du mouvement des comètes* (París, 1760) describiendo cómo se llevaron a cabo los cálculos enumeró a los que habían asistido a los mismos, pero no puso el nombre de Nicole-Reine Lepaute en la lista. Se ha afirmado que esta omisión fue deliberada para complacer a su novia Mademoiselle Goulier que estaba celosa de Lepaute. Cualquiera que sea la razón, la omisión causó una fisura entre Clairaut y Lalande, y los dos hombres nunca más colaboraron en un proyecto astronómico. Lalande dio a Nicole-Reine Lepaute el crédito que merece en su propia publicación.

Entretanto, Lepaute dedicó su atención a los próximos eclipses de 1762 y 1764; calculó y publicó un diagrama de la ruta del eclipse de sol del 1 de abril de 1764, por cuartos de hora, para toda Europa. También publicó un diagrama por separado para París, mostrando las diferentes fases del eclipse. Para sus cálculos era necesario preparar una tabla de ángulos de paralaje (el ángulo de desplazamiento de un objeto causado por un cambio de posición del observador), cuya versión ampliada fue publicada por el gobierno francés en *Journal the Mémoires de Trévoux* en junio de 1762

Mme. Lepaute también publicó varias memorias astronómicas, y colaborando con Lalande, realizó los cálculos necesarios para diseñar las tablas y efemérides astronómicas para observar el tránsito de Venus en 1761. En un tránsito lo que se observa es un disco oscuro (Venus) atravesando el brillante disco del Sol. El diámetro de Venus es de aproximadamente un minuto de arco. Los tiempos de las efemérides nos aportan cuatro instantes llamados eventos o contactos.

De 1759 a 1774 ella y Lalande estuvieron al cargo de la *Connaissance des Temps*, la publicación anual de la Academia para astrónomos y navegantes. En 1774 se hizo cargo del Ephemérides, del que publicó el séptimo tomo, que va hasta 1774 y el octavo (1783) que incluye hasta 1792. Para este último ella sola hizo las computaciones de las posiciones del Sol, la Luna y los planetas por un periodo de diez años.

Aunque no hay pruebas para conocer en detalle las contribuciones de Nicole-Reine Lepaute, debieron ser lo suficientemente importantes pues la Academia Béziers le dio la bienvenida como miembro en 1761 [J Mascart, 1912: 118-124 y 133-136].

Nicole-Reine Lepaute pasa sus últimos siete años al cuidado de su marido que venía sufriendo una grave enfermedad. Al mismo tiempo, su salud disminuye gradualmente y pierde la visión. Unos meses antes de su marido, Nicole-Reine Lepaute murió en Saint-Cloud el 6 de diciembre de 1788 a la edad de sesenta y seis años.

Finalmente mencionar que un cráter en la Luna ha sido denominado con su nombre, Madame Nicole-Reine Lepaute, por sus contribuciones a la ciencia al haber predicho la hora exacta de un eclipse solar en 1764, así como el regreso del Cometa Halley en 1759.

#### CAROLINA HERSCHEL (1750-1848)



Nació en Hannover, Prusia (hoy Alemania), el 16 de marzo de 1750, en una familia numerosa de músicos. Tuvo una educación tradicional que contribuyó a que jamás haya habido una mujer de ciencia que haya subestimado tanto sus propias capacidades y negado sus propios logros, atrapada como lo estaba en la contradicción entre sus éxitos y las actitudes sociales prevalecientes que defendían el papel de la mujer en la ciencia como el de una asistente no reconocida.

Su padre, que se interesaba por la astronomía, pensaba que debía recibir alguna forma de educación; su madre no estaba de acuerdo, pues creía que el deber de Caroline era llegar a ser una buena ama de casa y cuidar de sus hermanos. Aunque nunca venció su falta de inclinación por las tareas domesticas, en el cuidado de sus hermanos Caroline rebasó con mucho lo

que su madre esperaba de ella y fue “casi patológica en su abnegación” [L. Otsen, 1975: 79]. Pero su futuro, sin una educación formal, parecía sombrío:

...y no tenía los requisitos para ser institutriz porque carecía de conocimientos de idioma. Y nunca olvidé la advertencia que me hizo mi querido padre; estaba en contra de toda idea de matrimonio, diciendo que como no era ni hermosa ni rica, no era probable que alguien me lo propusiera [C. Lubbock, 1993:45].

Sus hermanos William y Alexander, ambos músicos en Inglaterra, acudieron a rescatarla y así en 1772, a los 22 años de edad, Caroline se fue a Inglaterra a estudiar canto. Logro tener éxito como soprano, pero el interés de William pasó de la música a la astronomía y como ella se negaba a cantar si no era bajo la dirección de su hermano, dejó su incipiente carrera y, con ella, toda esperanza de ser económicamente independiente de su hermano.

En 1774, William comenzó a fabricar sus propios telescopios para observar el cielo. Durante uno de sus estudios, el 13 de marzo de 1781, descubrió lo que inicialmente creía que era un cometa. Continuando sus observaciones pronto se reveló como un planeta hasta entonces desconocido. Recibió el nombre de Urano. En 1782 William fue nombrado astrónomo del rey y se le concedió una pensión real para todos sus gastos domésticos y profesionales. A partir de este momento Caroline nunca dejó de preocuparse por el dinero.

El interés de Caroline por la ciencia se desarrolló lentamente. William le daba lecciones de matemáticas y astronomía, que ella copiaba cuidadosamente en su libreta de notas, aprendiendo ciencias y matemáticas ella sola y poco a poco. Comenzó su adiestramiento como ayudante de astrónomo. Como dijo de sí misma, «me encontré con que me iban a formar para ser astrónoma ayudante, y para darme ánimos me regalaron un telescopio adaptado, para hacer "rastros"» [C. Herschell, 1876: 52].

Era una vida agotadora: toda la noche observando con los telescopios y por el día anotando las observaciones de la noche, haciendo cálculos y reducciones y escribiendo trabajos científicos.

Entre 1775 y 1783, los experimentos de Herschell con telescopios más grandes le permitieron estudiar las estrellas distantes. Los Herschells fundaron la astronomía sideral –el estudio de las estrellas– con lo cual, la astronomía progresó del estudio del sistema solar al estudio de sistemas estelares.

En 1782 William dio a Caroline un pequeño telescopio reflector adecuado para recorrer el cielo en busca de cometas. Sus primeros descubrimientos incluyeron tres nebulosas, que aparecen en el *Catalogue of one thousand new nebulae* de William con una nota que da el crédito a Caroline.

La labor de Caroline en esta ciencia estuvo limitada por su posición como ayudante y por los instrumentos que tenía a su disposición. «La tarea de tomar notas de las observaciones, cuando mi hermano usa el reflector de veinte pies [7 metros] –escribió– no me deja tiempo muchas veces para mirar el cielo; pero, ahora que está de visita en Alemania, he aprovechado la oportunidad de su ausencia para rastrear las proximidades del sol en busca de cometas» [C. Herschell, 1787: 1–3]. Sólo así pudo descubrir su primer cometa el 1 de agosto de 1786.

Si bien Caroline vivió eclipsada por William, también compartió su gloria. En un periodo de diez años (1786-1797) descubrió ocho cometas (con derecho de propiedad sobre cinco); además, descubrió tres nebulosas y publicó su *Catalogue of Stars* [C. Herschel, 1798] en la Royal Society. Fue encomiada por ésta que anunció sus descubrimientos a los astrónomos de París y Múnich. En 1787, el rey Jorge III le concedió una pensión de cincuenta libras anuales por su trabajo como ayudante de William, que recibía doscientas libras como astrónomo del rey. Era la primera vez que una mujer era nombrada asistente del astrónomo de la corte: fue “el primer dinero que en toda mi vida me sentí en libertad de gastar a mi antojo” [C. Herschel, 1876: 76].

Cuando William contrajo matrimonio, liberada de las tareas domesticas, se dedicó por completo a la astronomía. Enviaba a la Real Sociedad informes de cada descubrimiento, que se publicaban en las *Philosophical Transactions*. Con la ayuda de Caroline, William descubrió mil estrellas dobles. Pudieron demostrar que muchas de estas estrellas eran

sistemas binarios conectados por atracción mutua –primera prueba de que la fuerza de gravedad operaba fuera del sistema solar–.

En 1787 Caroline se encargó de hacer para su hermano un proyecto enorme: el *Catalogue of 860 stars observed by Flamsteddd, but not included in the British Catalogue*, y también *A general index of reference to every observation of every star in the above mentioned Britrish Catalogue*, publicados por la Real Sociedad en 1798.

A los 58 años tuvo que cuidar de su hermano Dietrich durante cuatro años. Por primera vez empezaba a tener resentimientos por el papel de guardián de su hermano, sobre todo cuando entraba en conflicto con su astronomía: “...el tiempo que dedicaba a Dietrich era totalmente robado a mi sueño o al que generalmente se asigna a las comidas...” [C. Lubbock, 1933: 45].

William murió en 1822. Caroline dejó Inglaterra y volvió a Hannover. A los 75 años completó su inmenso trabajo sobre las posiciones de unas 2.500 nebulosas: *A catalogue of the nebulae which have been observed by William Herschel in a series of sweeps*. Por esta obra recibió la Medalla de Oro de la Real Sociedad de Astronomía en 1828.

En febrero de 1835, la Real Sociedad de Astronomía aprobó por unanimidad dar el nombramiento de miembro honorario a las dos principales científicas del siglo XIX –Caroline Herschel y Mary Somerville–. El ser miembro de pleno derecho estaba vetado a las mujeres.

Otros premios incluyen la elección a la Real Academia Irlandesa en 1838, y en 1846, en ocasión de su nonagésimo sexto cumpleaños, recibió la Medalla de Oro de la Ciencia de manos del rey de Prusia.

Posteriormente, en 1889, fue bautizado en su honor el asteroide Lucretia (segundo nombre de Caroline), y recientemente, el cráter lunar C. Herschel, al borde del Mare Imbrium.

Caroline Herschel murió el 9 de enero de 1848 a los 97 años. Escribió su propio epitafio, que fue grabado en su lápida a su muerte: “The eyes of her who is glorified here below turned to the starry heavens”.

## MUJERES COMPUTADORAS

La idea de Mariel Mitchel (ver Anexo) de que las mujeres “estamos especialmente dotadas para las observaciones y los cálculos tediosos y repetitivos” inspiró al profesor Pickering, de la Universidad de Harvard, a contratar un grupo de 21 mujeres para realizar una clasificación y catalogación de todos los espectros de las estrellas hasta la novena magnitud. El aspecto más interesante de las mujeres de Harvard reside en que, además, pudieron realizar investigaciones independientes cuando su obligación en el catálogo espectroscópico se lo permitía.

### **El equipo de Harvard**

A fines del siglo XIX Edward C. Pickering profesor de Astronomía y director del Observatorio de Harvard, decidió emprender el proyecto del catálogo de Henry Draper, que catalogaba todas las estrellas conocidas. Dicho proyecto fue iniciado por el médico y astrónomo del mismo nombre y al quedar inconcluso por su fallecimiento, su viuda hizo una donación de casi 400.000\$ para que se terminase en su memoria. Aunque desde hacía un tiempo ya se venía empleando a alguna mujer en el observatorio, la situación cambió radicalmente en la década de 1880, puesto que la decisión de aplicar la fotografía para determinar las posiciones, tipos espectrales y variabilidad de las estrellas, hizo que la tarea fuese más la propia de una oficina que la de un observatorio, lo que facilitó la incorporación de mujeres, bajo la dirección de Pickering y la supervisión de la Sra. Fleming.

Estas mujeres, el “harén de Pickering” como algunos jocosamente decían, comenzaron la tarea cuidadosa de catalogar todas las estrellas que eran fotografiadas y clasificar sus espectros. Por trabajar siete horas diarias durante seis días a la semana, cobraban entre 25 y 35 centavos por hora. Aunque este sueldo era equiparable al de un obrero medio, estaba por debajo de lo que cobraban las mujeres que trabajaban en una oficina e incluso era manifiestamente bajo si se tiene en cuenta que muchas de ellas

poseían formación universitaria. Unas eran conocidas como "computadoras" porque realizaban la clasificación de estrellas y la reducción de datos complejos y las otras, que trabajaban como ayudantes, como "registradoras" porque registraban los datos.

### **La señora Fleming**



Williamina Paton Stevens Fleming (1857-1911) nació en Dundee, Escocia, el 15 de mayo de 1857. Mina (como era llamada) Stevens fue educada en escuelas públicas y a la edad de 14 años al mismo tiempo actuaba de maestra dando clases y las recibía como alumna. En mayo de 1877 se casó con James O. Fleming, con el que al año siguiente emigró a América, instalándose en Boston. En 1879, abandonada por su marido, tuvo que trabajar como empleada de hogar en casa de Edward C. Pickering, que poco después, cansado de lo mal que trabajaba su ayudante masculino, le ofreció un empleo temporal en el observatorio para hacer el trabajo de oficina y algunos cálculos matemáticos en el observatorio, pasando en 1881 a ser miembro permanente del personal de investigación. Dirigió el trabajo de docenas de mujeres jóvenes empleadas para hacer los cálculos matemáticos, el trabajo que hoy en día hacen los ordenadores, y las dirigía con una férrea disciplina, siendo admirada y temida al mismo tiempo. También corrigió todos los originales de las publicaciones del observatorio. Durante los siguientes treinta años colaboró en el análisis fotográfico de espectros estelares y en 1898 la designaron conservador del archivo de fotografías astronómicas, primer cargo institucional de Harvard que se concedía a una mujer.

En 1907 publicó un estudio de 222 estrellas variables que ella había hallado y en 1910 informó sobre su descubrimiento de las "enanas blancas", estrellas muy calientes y densas en una etapa final de su existencia. Sin embargo Fleming es conocida principalmente por su trabajo sobre la clasificación de espectros estelares. Usando una técnica que fue denominada de Pickering-Fleming, estudió las diez mil placas fotográficas

del Memorial de Henry Draper, descubriendo en el transcurso de su trabajo 10 novas, 52 nebulosas y centenares de estrellas variables. También estableció los primeros estándares fotográficos de magnitud usados para medir el brillo de las estrellas variables.

Sus trabajos más importantes incluyen el *Draper Catalogue of Stellar Spectra* (1890), *A Photographic Study of Variable Stars* (1907) y *Stars Having Peculiar Spectra* (1912).

En 1906 fue la primera mujer elegida por la *Royal Astronomical Society*. Su trabajo proporcionó las bases para las contribuciones futuras de Annie Jump Cannon. Fleming falleció en Boston, Massachusetts, el 21 de mayo de 1911.

### La dinámica continuadora



Annie Jump Cannon nació el 11 de diciembre de 1863, en Dover, Delaware. Se graduó en la universidad de Wellesley en 1884. Durante varios años viajó y fue a Europa, aficionándose a la fotografía y a la música. En 1894 volvió a Wellesley durante un año para seguir un curso avanzado de astronomía, y en 1895 se matriculó en Radcliffe para continuar los estudios impartidos por el profesor Pickering que la contrató en 1896 para catalogar las estrellas variables y para clasificar los espectros de estrellas observadas desde la estación de Arequipa.

El esquema de la clasificación espectral por la temperatura superficial usado en el proyecto y más tarde convertido en universal fue en gran parte el trabajo que ella desarrolló a partir de sistemas anteriores, determinando y clasificando los espectros para más de 225.000 estrellas. Su trabajo fue publicado en nueve volúmenes con el nombre de *Henry Draper Catalogue* [Cannon y Pickering, 1918-24].

En 1911 sucedió a Fleming como responsable del archivo fotográfico. A partir de entonces, comenzó a examinar sistemáticamente las placas fotográficas para clasificar todas las estrellas hasta la novena magnitud (un cuarto de millón). La velocidad a la cual Cannon trabajaba era asombrosa. Clasificó 5.000 estrellas por mes entre 1911 y 1915. Para mantener este ritmo ordenó el trabajo de modo que examinaba la placa fotográfica y daba en voz alta una designación alfabética para cada espectro estelar a una ayudante que lo registraba en un cuaderno instalado para este propósito. Para las regiones escasamente pobladas del cielo, Cannon alcanzó un índice de más de 3 estrellas al minuto. Para regiones más densas bajaba a la mitad. En su cuaderno de registro anotaba la fecha y la hora en que empezaba y terminaba cada sesión de clasificación.

Estableció el sistema de clasificación espectral de las estrellas que es usado hoy en día, el famoso OBAFGM, y con una simple inspección era capaz de determinar el grado de subdivisión (de 0 a 9) para cada tipo. Aunque antes de 1915 ya había terminado de clasificar los 225.300 espectros estelares del *Henry Draper Catalogue*, luego cada estrella tuvo que ser identificada y su posición y magnitud verificada correctamente a partir de otros catálogos de la época, siendo publicado el primer volumen en 1918 y no estando disponible el noveno y último hasta 1924. Prosiguió con este trabajo el resto de su vida hasta que el catálogo contuvo unas 400.000 estrellas. El *Henry Draper Catalogue* ha sido una herramienta básica para las siguientes generaciones de astrónomos.

A partir de 1924 amplió su tarea, catalogando decenas de miles de estrellas adicionales hasta la magnitud 11 para la *Henry Draper Extension* (1925, 1949) de dos volúmenes. En el curso de su trabajo también descubrió unas 300 estrellas variables y 5 novas.

Entre los numerosos honores recibidos fue nombrada doctor honoris causa por la Universidad de Oxford (1925), el primero concedido a una mujer. En 1923 fue elegida una de las doce mujeres americanas vivas más importantes. En 1931 le fue concedida la medalla Henry Draper de la National Academy of Sciences. En 1933 estableció el *Annie J. Cannon Prize* de la Sociedad Astronómica Americana.

En 1938 fue nombrada profesora de astronomía del William Cranch Bond. Se jubiló oficialmente del observatorio en 1940 pero continuó la investigación hasta su muerte en Cambridge, Massachusetts, el 13 de abril de 1941.

### La nominación al Nobel que llegó tarde



Henrietta Swan Leavitt (1868-1921) nació en Lancaster, Massachusetts, se graduó en la Universidad de Oberlin (1888) y posteriormente en la Universidad de Radcliffe, en 1892. En 1902 se convirtió en miembro permanente del personal del Harvard College Observatory. Pronto destacó por su capacidad y dedicación dirigiendo el departamento de fotometría fotográfica estelar. Haciendo uso de un laborioso proceso denominado de superposición, descubrió más de 1.000 estrellas variables de las Nubes de Magallanes.

En 1912 enunció lo que desde entonces es conocido como la famosa relación período-luminosidad: la luminosidad de las cefeidas (estrellas con pulsaciones periódicas que toman su nombre de la estrella Cephei, en la constelación de Cepheus) aumenta de manera proporcional a su periodo de pulsación. Por tanto se puede determinar la luminosidad intrínseca de una cefeida midiendo el periodo de pulsación. Como la luminosidad aparente de una estrella en el cielo depende de su distancia a la Tierra, comparando esta luminosidad con su luminosidad intrínseca se puede determinar la distancia a la que se encuentra. De este modo, las cefeidas pueden utilizarse como indicadores de distancias tanto dentro como fuera de la Vía Láctea. Este descubrimiento de Leavitt es hoy la espina dorsal de la "escala de la distancia" usada para calcular las distancias de galaxias.

Su secuencia polar norte de magnitudes fue adoptada para el *Mapa Astrográfico del Cielo*, un proyecto internacional iniciado en 1913. En el momento de su muerte había completado la determinación de magnitudes

en 108 áreas del cielo. Su sistema estuvo en uso hasta que la mejora de la técnica de la fotometría permitió alcanzar una precisión muy superior.

En el curso de su trabajo, Leavitt descubrió cuatro novas y cerca de 2.400 variables, prácticamente la mitad de todas las estrellas variables entonces conocidas. También estudió las variables eclipsantes de tipo Algol y los asteroides.

Desgraciadamente, murió joven de cáncer antes de que su trabajo sobre una nueva escala fotográfica de magnitud pudiese estar terminada. Su muerte fue considerada como "casi calamidad" por sus colegas. Su contribución importante al avance científico fue reconocida internacionalmente cuando, en 1925, la academia sueca de ciencias la nominó para el premio Nobel.

### **Helio en el Sol: astrónoma por Harvard**



Cecilia Helena Payne (1900-1979) nació en Wendover, Inglaterra en 1900. En 1919, mientras estaba en la Universidad de Newham en Cambridge, donde estudiaba Física, se interesó por la astronomía después de escuchar una conferencia del profesor Eddington sobre su expedición al Brasil para observar un eclipse de Sol. Le comunicó su deseo de convertirse en astrónomo, pese a ser esta materia una rama de las matemáticas y Eddington le respondió: "no veo que exista ninguna objeción insuperable".

Tras graduarse en Cambridge se planteó su futuro como astrónoma en Inglaterra, decidiendo ir a los Estados Unidos, donde creía que una mujer sería mejor aceptada. Le fue concedida una beca para estudiar en el Harvard College Observatory. Se adaptó rápidamente en aquel ambiente entre las mujeres del observatorio de Harvard, iniciando una investigación de los espectros estelares para el catálogo de Henry Draper. En 1925 fue la primera persona en hacer una tesis doctoral en astronomía en Harvard. Su

tesis, *Stellar Atmospheres, A contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layer of Stars* fue la primera monografía publicada por el observatorio de Harvard, siendo considerada durante mucho tiempo como "la más brillante tesis doctoral escrita nunca en astronomía". En ella Payne calculó una escala de la temperatura correlacionada con el sistema de clasificación que Annie Cannon había desarrollado. También sugirió que las estrellas estaban compuestas principalmente por hidrógeno. Sin embargo, cuando Eddington oyó esta teoría le dijo que era incorrecta, puesto que en la época se pensaba que todos los cuerpos celestes tenían composiciones muy similares. Consecuentemente, Payne escribió en su tesis que los resultados eran improbables y posiblemente incorrectos. Hoy sabemos que los resultados eran bastante exactos.

Contrajo matrimonio en 1934 con el astrónomo ruso Sergei Gaposchkin. Sin embargo, Cecilia no adoptó el apellido de su marido, sino que a partir de entonces lo añadió al suyo con un guión, por lo que pasó a firmar sus trabajos como Cecilia Payne-Gaposchkin.

A pesar de dar clases en la universidad, no fue hasta los años cincuenta que recibió el título de profesor y la cátedra de astronomía en Harvard. Cecilia Payne-Gaposchkin es considerada una de las más grandes astrónomas del siglo XX. Entre sus principales contribuciones a la astronomía destacan el descubrimiento de la composición química de estrellas, en concreto que el hidrógeno y el helio son los elementos más abundantes de estrellas y del universo. Sobre los espectros, determinó temperaturas estelares y abundancias químicas usando la ecuación térmica de ionización de Saha. Su trabajo fue de importancia fundamental en el desarrollo del campo de las atmósferas estelares. Descubrió que todas las estrellas tienen abundancias químicas relativas muy similares, estando compuestas en un 99% por hidrógeno y helio. Realizó estudios y análisis detallados de los espectros estelares. Junto con su esposo S. I. Gaposchkin, observó y analizó las estrellas variables poniendo la base de su uso como indicadores de la estructura. También hizo importantes estudios de los espectros de novas galácticas.

## LA ASTRONOMÍA DEJA DE SER COSA DE HOMBRES

En 1965 una joven treintañera que acababa de doctorarse por la Universidad de Georgetown entraba en la basílica de la astronomía, convirtiéndose en la primera mujer a la que se le permitía mirar por los telescopios de la catedral de la observación del cielo, el observatorio de Monte Palomar, el lugar donde se encontraba el telescopio más grande del mundo, con un espejo de 5 metros de diámetro.



Vera Rubin (1928- ) fue rechazada por la Universidad de Princeton porque no aceptaban mujeres. Fascinada por las estrellas desde muy niña, ganó su doctorado en condiciones muy difíciles, asistiendo a clases nocturnas en la universidad de Georgetown. Su trabajo de doctorado mostraba que las galaxias no se encuentran uniformemente distribuidas por el universo, sino que en unas zonas hay más y en otras menos, pero tuvo que esperar quince años para que la comunidad astronómica internacional aceptara sus observaciones.

Sin embargo, su descubrimiento más importante fue en la década de los setenta: observando la rotación de las galaxias espirales, descubrió que, para explicarla, es necesario más masa de la que se encuentra en forma de estrellas y nebulosas. Es la materia oscura, el 90% de la materia encerrada en el universo y de la cual desconocemos su composición.

Escribía en *Newsweek* en 2005: “Esta es una batalla que tendrán que luchar las mujeres jóvenes. Hace treinta años pensábamos que la batalla acabaría pronto, pero la igualdad es tan elusiva como la materia oscura”.

## ANEXO: CRONOLOGÍA DE OTRAS ASTRONOMAS IMPORTANTES

Nombre y fecha	Vida y obra
Enheduanna 2.300-2225 (a.n.e.)	Hija del Rey Sargón I, este la designó como sacerdotisa mayor del templo de Nanna la diosa de la luna, en la ciudad de Ur. Enheduanna tuvo acceso al conocimiento de su época, ya fuera en su calidad de sacerdotisa o de miembro de la realeza y es el conocimiento lo que posibilita la reafirmación de su poder como sabia y sacerdotisa. Los templos también funcionaban como centros de enseñanza; se estudiaba y registraban las artes, las matemáticas y las ciencias. Estudió y registró los movimientos de los cuerpos celestes (no sobrevivió ninguno de sus escritos técnicos)
Aglaonice de Tesalia Siglo V (a.n.e.)	Vivió en Tesalia. Aunque se conoce muy poco de ella se cree que estudió en Mesopotamia y que fue allí donde aprendió astronomía. En el mito de Orfeo y Eurídice hay una referencia a Aglaonice donde se la presenta como “la malvada gran sacerdotisa de Hécate la diosa Luna”, que demuestra la visión que se tenía en esa época de una mujer que se dedicaba a la Astronomía. Estudió la Luna y los eclipses. Se la llamaba “la que hacía desaparecer la Luna”
Theano de Crotona 540-520 (a.n.e.)	Fue alumna y luego esposa de Pitágoras, del que escribió su biografía, desgraciadamente perdida. Desarrolla las ideas sobre la analogía entre el número y las cosas reales existentes. El concepto de imitación puede ser expresado así como relación al Universo. Desarrolló gran parte de las ideas de Pitágoras en textos. Entre ellos podemos encontrar <i>Construcción del universo</i> en el que se expresa la cosmología pitagórica
Fátima de Madrid Siglos X-XI	Hija del astrónomo y polígrafo Maslama al-Mayriti. Escribió numerosos trabajos, conocidos como <i>Correcciones de Fátima</i> . Trabajó junto a su padre y juntos editaron y corrigieron las Tablas Astronómicas de al-Khwarizmi, ajustándolas al meridiano de Córdoba y situando el “Centro del Mundo” en la capital del Califato, como referente para todos los cálculos. También trabajaron sobre calendarios, el cálculo de las posiciones verdaderas del Sol, la Luna y los planetas, tablas de senos y tangentes, astronomía esférica, tablas astrológicas, cálculos de paralaje, eclipses y visibilidad de la Luna.

Nombre y fecha	Vida y obra
Hildegarda de Bingen 1098-1180	Nacida en una familia de nobles terratenientes tomó el nombre de Bingen de la localidad situada en el tramo medio del Rin a la que se trasladó para fundar un pequeño monasterio en un monte. Fue una mujer polifacética, abadesa, científica, predicadora contra las herejías y la corrupción eclesiástica, mística, música y pintora. Publicó varias obras y realizó estudios teóricos sobre cosmología. En la visión del mundo, cosmología o metafísica que elaboró se entremezclan antropología, ciencia y teología.
Sophia Brahe 1550-1643	Hermana del famoso astrónomo Tycho Brahe. Trabajó con él en el Observatorio de Uraniborg para elaborar el catálogo de estrellas que sirvió a Kepler como fuente para descubrir las leyes sobre el movimiento de los planetas en el sistema solar. Quiso ingresar en la universidad pero no admitían mujeres y convenció a sus padres para que le permitieran tomar cursos particulares de matemáticas, música, astrología, medicina, genealogía y literatura clásica. Estudió y aprendió ella misma los conceptos básicos de Astronomía en un periodo corto de tiempo, tomando como base escritores latinos que ella misma había traducido al danés y escritores alemanes, ya que dominaba también este idioma. Ayudaba a su hermano en los cálculos de elipses y trayectorias de los cometas. Fueron los primeros astrónomos en conocer la posición exacta de los planetas en el siglo XVI. También se le atribuye la observación del eclipse lunar de diciembre de 1573. Sin embargo, muchos de sus descubrimientos fueron atribuidos a su hermano.
Elisabeth Koopman EVELIUS 1647-1693	Segunda esposa del destacado astrónomo Johannes Hevelius, con el que colaboró. Al morir este corrigió y publicó su obra conjunta <i>Prodromus astronomiae</i> , un catálogo de 1.888 estrellas y sus posiciones, que es el último y mayor catálogo de estrellas realizado sin ayuda de telescopio
Jeanne Dumée Murió 1706	En su trabajo <i>Entretiens sur la opinion de Copernic touchant la mobilité de la Terre</i> , demostró que la observación de Venus y los satélites de Júpiter probaba el movimiento de la Tierra y la validez de las teorías de Copérnico y Galileo
Maria Clara Eimmart 1676-1707	A partir de observaciones telescópicas ilustró cometas, manchas solares, eclipses y las montañas de la Luna. Esto contribuyó a acabar con la creencia aristotélica de que los cielos eran inmutables y perfectos

Nombre y fecha	Vida y obra
Gabrielle Emilie Le Tonnelier de Breteuil 1706-1749	Su salón en Cirey acogió a los jóvenes newtonianos, Clairaut y Maupertuis entre otros, que lideraron la difusión del nuevo modelo cosmológico y gestas como la medición de un arco de meridiano en el Polo y otro en el Ecuador, para confirmar la hipótesis de una Tierra achatada por los polos, en contra de las hipótesis de la saga de los Cassini, astrónomos reales.
Maria Gaetana Agnesi 1718-1799	Matemática italiana que a través de publicaciones matemáticas y científicas contribuyó a dar a conocer la mecánica celeste y la gravitación universal.
Mary Fairfax Greig Somerville 1780-1872	La escocesa Mary Somerville aparece como una mujer autodidacta que, a la muerte de su primer marido, utilizó su independencia económica para dedicarse a sus principales aficiones, las Matemáticas, la Astronomía y la Filosofía. Incentivada además por su segundo marido, su primo William Somerville, consiguió grandes progresos en su carrera científica., en la que destaca la traducción de la <i>Mecánica celeste</i> de Laplace, quien la reconocía como la única que entendía su obra. Trabajó de forma incansable hasta su muerte y publicó su último trabajo, <i>Molecular and Microscopio Science</i> , a la edad de 89 años.
Caterina Scarpellini 1808-1873	Astrónoma italiana, descubrió un cometa en 1854. Organizó la Estación Meteorológica Ozonométrica en Roma.
Mariel Mitchel 1818-1889	Primera astrónoma de Estados Unidos. Ella misma se definió como “poseedora de una actividad normal, pero de extraordinaria paciencia”. Su trabajo promovió un gran avance en la tarea educadora de mujeres en el <i>Vassar Collage</i> . Fundó la Association for the Advancement of Women, que presidió de 1873 a 1876, y de la que fue presidenta del comité científico hasta su muerte. Pese a su actividad, nunca confió en que las mujeres hiciesen un trabajo comparable al de los hombres sino sólo aquel que requería mucha paciencia. Descubrió el cometa que lleva su nombre (Cometa Mitchell 1847 VI), lo que le valió recibir una medalla de oro que el rey de Dinamarca había ofrecido a quien descubriera un cometa a través del telescopio por primera vez. También estudió las superficies de Júpiter y Saturno.

Nombre y fecha	Vida y obra
Sonia Kovalskaia 1850-1891	Matemática rusa. Nacida en Moscú en el seno de una familia latifundista, tuvo que contraer matrimonio de conveniencia para poder estudiar fuera de su país. Elaboró trabajos relevantes sobre las ecuaciones diferenciales, las integrales abelianas y los anillos de Saturno. En 1881 fue la primera mujer catedrática y en 1889 recibió un premio de la Academia Sueca de Ciencias y fue elegida miembro de la Academia de Ciencias Rusa.
Adelaide Ames 18??-1932	Pertenebió al Observatorio Harvard desde 1923 A 1932. Publicó un catálogo que comprendía 2.778 nebulosas de la región situada entre Coma Berenice y Virgo y otra relación de 1.025 objetos extragalácticos por encima de la magnitud 13.
Mary Adela Blagg 1858-1944	Trabajó en la normalización de la nomenclatura lunar. El Comité Lunar le dio su nombre a un pequeño cráter de la Luna.
Dorothea Klumpke Roberts 1861-1942	Primera mujer admitida para estudiar Astronomía y Matemáticas en el Observatorio de París. Hija de un emigrante alemán que llegó a California movido por la “fiebre del oro”. En 1877 se trasladó a Francia y estudió en París, primero Música y luego Astronomía. Ocupó un puesto en el Observatorio de París donde trabajó con los pioneros en astrofotografía Paul y Prosper Henry. Su trabajo consistía en medir posiciones de estrellas, espectros estelares y el estudio de meteoritos.
Fiammetta Wilson 1864-1920	Se interesó sobre todo por meteoritos, cometas, auroras y luz zodiacal. Entre 1910 y 1920 observó más de 10.000 meteoritos. En 1918 estudió la lluvia de meteoritos llamados las Cuadrántidas, observando 66 y registrando 44. También fue codescubridora del cometa Westphal en 1913. Fue miembro de sociedades astronómicas de Francia e Inglaterra.
Etta Maine Eaton 1869-1915	Americana. Fue una de las primeras mujeres computadoras del Observatorio Naval. Trabajó en los elementos y efemérides de cometas publicando sus resultados en el <i>Astronomical Journal</i> .

Nombre y fecha	Vida y obra
<p>Antonia Caetana de Paiva Pereira Maury 1866-1952</p>	<p>Nació en Cold Spring-on-Hudson, Nueva York, en el seno de una familia con hondas raíces científicas. Estudió en Vassar, graduándose en 1887. En 1889 entró a trabajar en el Harvard Collage Observatory como ayudante de Edward Pickering y aquel mismo año descubría que la estrella Beta Aurigae era una binaria espectroscópica (la segunda conocida) y también determinó el período de Mizar. Inventó un sistema de clasificación espectral detallado que no fue aceptado por Pickering, con el que tuvo agrias controversias. Sin embargo, el mérito de este sistema fue reconocido y adoptado por Ejnar Hertzsprung y se convirtió más adelante en la base del diagrama de Hertzsprung-Russell, de gran importancia en la astrofísica estelar moderna.</p>
<p>Annie Russell Maunder 1868-1947</p>	<p>Se especializó en manchas solares, junto con su esposo, Edward Walter Maunder. En 1898 obtuvo una fotografía de una prominencia solar (una nube de gas surgiendo de la atmósfera solar) Fue vicepresidenta de la Asociación Astronómica Británica y planeó el formato del Journal of the British Astronomical Association</p>
<p>Anne Sewell Young 1871-1961</p>	<p>Esta astrónoma americana realizó en 1906 su tesis doctoral sobre el Cúmulo Doble de Perseo basado en medidas sobre fotografías. Fue directora del Observatorio John Payson Williston y jefa del Departamento de Astronomía.</p>
<p>Lydia Petrovna Shelekhovna Tseraski 1875-1923</p>	<p>Nacida en Astracán. Trabajó en el observatorio de Moscú y descubrió 219 estrellas variables.</p>
<p>Isabel Martin Lewis, 1881-1955</p>	<p>Astrónoma americana. Fue la primera mujer contratada como astrónoma por el Observatorio Naval. Splendors of the Sky, 1919; Astronomy for Young Folks, 1922; y A Hand Book Of Solar Eclipses, 1924, fueron sus principales obras. Trabajó principalmente con eclipses solares.</p>

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ALIC, M., [1991]: *El legado de Hipatia: Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. Mexico D.F., Siglo veintiuno.
- ALVAREZ M., DIAZ A., [1999]: “Women in History of Astronomy”, *Astrophysics and Space Science*, 263, 401-404.
- ANDERSON, B. S. y ZINSSER, J.P. [1992]: *Historia de las mujeres: Una historia propia*. Barcelona, Crítica.
- BAILEY OGILVIE, M y HARVEY, J.D [1999]: *The Biographical Dictionary of Women in Science: Pioneering Lives from Ancient Times to the Mid-20th Century* (2 Vol. Set).
- COLINO PÉREZ, A.C. [2007]: *Las mujeres en la ciencia*. En: acolino@educa.madrid.org (10/10/2008)
- CUNITZ, M. [1650]: *Urania propitia*. Excudebat Typographus Olfhenfis J. Seyffertus
- DUBY, G. y PERROT, M. [1993]: *Historia de las mujeres en Occidente. El siglo XIX*. Madrid, Taurus.
- FIGUEIRAS, L., MOLERO, M., SALVADOR, A. ZUASTI, N. (en prensa) *El juego de Ada: actividades y juegos cooperativos alrededor de la obra de mujeres matemáticas*. Granada, Proyecto Sur.
- GUZMAN, M. de [1984]: *Cuentos con cuentas*. Barcelona, Labor.
- HERSCHEL, C. [1787]: “An Account of New Comet”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (77). London.
- HERSCHEL, C. [1798]: *Catalogue of Stars, taken from Mr. Flamsteed's Observations*. Londres
- HERSCHEL, C. [1876] *Memoir and Corresponde of Caroline Herschel*. Nueva York, Mrs. John Herschel (ed)
- KIRCH, G. [1710]: “De cometa anno 1702; Berolino obfervato” *Miscellanea Berolinensia*, 1
- LALANDE, J.J [1803]: *Bibliographie astronomique; avec l'histoire de l'astronomie depuis 1781 jusqu'à 1802*. l'Imprimerie de la Republicue. Paris.
- LARSEN, K. [1996]: “Mrs Fiammetta Wilson-Forgotten Meteor Observer” *The alpo-meteors Section Newsletter*, nº 19 diciembre, pp 3.
- LUBBOCK, C. [1933]. *Cronica Herschel: Historia de la vida de William Herschel y su hermana Caroline Herschel*. Ed. Cambridge University Press. Cambridge UK.

- MASCART, J. [1912], “Madame Lepaute”, *Saggi di Astronomia Popolare* Turin II (7).
- MASEGOSA, J. [2007] “Mujeres en Astronomía” *Información y actualidad astronómica*, octubre, nº 23, pp 7-10. Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) CSIC.
- OTSEN, L. [1975] *Women in Mathematic*, Ed. The MIT Press. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge
- PEREZ SEDEÑO, E. [1992]: *Mujer, ciencia e ilustración*. Madrid, Amorós C (ed) *Feminismo e ilustración*. Instituto de Investigaciones feministas.
- RIZZO, P.V. [1954]: “Early daughetrs of Urania”, *Sky&Telescope* 14.
- SALVADOR, A [1995]: *Historia de mujeres matemáticas. Ideas para la clase*. Boletín OECOM "Ada Byron" nº 7. Zaragoza
- SCHIEBINGER, L [1989]: *The Mind Has No Sex: Women in the Origins of Modern Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Trad. esp. de María Condor [2004]: *¿Tiene sexo la mente? Las mujeres en los orígenes de la Ciencia Moderna*. Valencia, Cátedra.
- SEGURA GRAÍÑO, C[1994] *.Diccionario de mujeres célebres*.Madrid, Espasa.
- SOLSONA I PAIRÓ, N. [1997]: *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid, Talasa
- TOSSI, L. “Por la puerta del fondo”, en *Perspectivas 25/02* pp 18-23. Isis internacional
- VEGA, E [1992]: *Edad Media en la historia*. Madrid, Anaya.
- <http://www.miljardines.es/pdf/texto/13.pdf> (24/10/08)
- <http://www.nodo50.org/mujeresred/ciencia-europeas.html> (7/11/08)
- <http://www.miscelaneaeducativa.com/Archivos/sesion15.pdf> (22/11/08)
- <http://adsabs.harvard.edu/abs/1998JBAA..108..193C> (5/12/08)
- <http://users.erols.com/njastro/barry/pages/womenbio.htm> (19/12/08)
- <http://www.distinguishedwomen.com/subject/astrono.html> (9/1/09)
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_de\\_femmes\\_scientifiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_femmes_scientifiques) (30/1/09)
- <http://www.portalplanetasedna.com.ar/astronomas1.htm> (2/2/09)
- [http://centros5.pntic.mec.es/~barriope/matematicas/web\\_taller\\_0203/mujeres/marta/herschel.htm](http://centros5.pntic.mec.es/~barriope/matematicas/web_taller_0203/mujeres/marta/herschel.htm) (6/2/09).



## ASTROS, DIOSES Y HOMBRES: ASTRONOMÍA Y ASTROLOGÍA EN LA GRECIA ANTIGUA

Belén Morales Peco  
Departamento de Griego

### LOS PRECEDENTES DE LA CIENCIA DE LAS ESTRELLAS

El cielo y las estrellas han sido objeto de investigación y especulación desde los tiempos más remotos. Varias razones explican este interés: por un lado, la observación de la posición del Sol, de las fases de la Luna y de la presencia de ciertas estrellas y constelaciones permitió fijar calendarios por los que se regían las tareas agrícolas, así como la elaboración de mapas estelares, extremadamente útiles en las rutas de navegación; y por otro, en el cielo y en el comportamiento de los astros se encontraron explicaciones para los fenómenos naturales e incluso para el acontecer humano; así surgieron las diferentes propuestas filosóficas sobre la configuración del universo que desembocaron finalmente en un nuevo saber con una vertiente científica, la astronomía, y otra vertiente más alejada de lo racional, la astrología. Pero al mismo tiempo, el hombre ha contemplado el firmamento con una actitud de reverente admiración, pues en los cuerpos celestes se ha visto, desde siempre, una de las manifestaciones más explícitas de lo divino, lo que derivó en los cuerpos doctrinales de las religiones astrales y en la teosofía astral de la reflexión filosófica.

Ya los griegos de la Antigüedad reconocieron a los egipcios y a la cultura mesopotámica (babilonios y caldeos) el mérito de haber realizado las primeras investigaciones en materia astrológica y/o astronómica. Los egipcios idearon un calendario administrativo formado por doce meses de treinta días cada uno, completados con la adición de cinco días al final de los mismos [Tester, 1990: 24]. No obstante, las limitaciones de este pueblo en disciplinas como la aritmética y la geometría, esenciales para el cálculo de la posición de las estrellas en el cielo, frenaron el desarrollo de este saber en el país del Nilo.

Por el contrario, tuvieron mayor relevancia las aportaciones astrológicas de los babilonios y los caldeos. A ello contribuyeron las condiciones atmosféricas privilegiadas de las regiones que habitaban, un notable afán de observación y un nivel muy avanzado en matemáticas. Es interesante señalar que en Mesopotamia la observación astronómica sistemática empezó a practicarse en los templos. Los sacerdotes trazaron mapas de las estrellas fijas e identificaron las “estrellas errantes” o planetas, entre las que se incluía al Sol y a la Luna porque se movían respecto a las estrellas fijas. Observaron que los planetas se desplazaban dentro de la estrecha banda del zodíaco, cuyas constelaciones y signos fueron definidos y perfilados hacia el 500 a.C. Los sacerdotes babilonios utilizaron el zodíaco también como fuente de predicciones astrológicas. De hecho, las necesidades astrológicas fueron una motivación importante para el desarrollo de la astronomía matemática babilónica, puesto que exigía un conocimiento detallado de los movimientos solar, lunar y planetarios. Entre el 500 y el 300 a.C. el sacerdote-astrónomo babilonio era capaz de trazar los movimientos diarios del Sol y la Luna a través del zodíaco, predecir la Luna nueva, los eclipses lunares, determinar la posibilidad de eclipses solares y calcular las posiciones planetarias tanto en su movimiento hacia el este como en su movimiento retrógrado. Todo ello lo llevaba a cabo no por medio de modelos geométricos, como lo hacían los griegos, sino simplemente a través del empleo de métodos numéricos que extrapolaban las observaciones pasadas al futuro [Lindberg, 2002: 40-43].

Los griegos asimilaron todo este saber astrológico y astronómico. Pero ellos fueron los que dieron el salto definitivo que llevó a la aparición de la astronomía como ciencia, cuando lograron separarla de la religión.

## CONCEPCIONES ASTRONÓMICAS EN EL MUNDO GRIEGO

Entre finales del s. VIII y los inicios del s. VII a. C. Homero y Hesíodo ofrecen las primeras concepciones astronómicas y cosmológicas del pensamiento mítico griego arcaico. Hesíodo, en su poema *Teogonía*, desarrolla una cosmología que explica el origen del mundo a través de un proceso que convierte el caos primordial en “orden”, *kosmos*:

En primer lugar existió el Caos. Después Gea, la de amplio pecho... Por último, Eros, el más hermoso entre los dioses inmortales, que afloja los miembros... Del Caos surgieron Erebo y la negra Noche. De la Noche a su

vez nacieron el Éter y el Día, a los que alumbró preñada en contacto amoroso con Erebo.

Gea alumbró primero al estrellado Urano con sus mismas proporciones, para que la contuviera por todas partes y pudiera ser así sede siempre segura para los felices dioses. También dio a luz a las grandes Montañas...Ella igualmente parió al estéril piélago de agitadas olas, el Ponto, sin mediar el grato comercio.

(Hesíodo, *Teogonía*, vv. 116-131)

Según el relato cosmogónico de Hesíodo, Gea (la Madre Tierra) se unió con su descendiente Urano (el Cielo). De esta unión nacieron, entre otros, los doce Titanes. El primogénito de ellos, Océano<sup>1</sup>, es representado como un río que rodea la Tierra y como padre de todos los demás ríos y fuentes.

El Sol (Helios)<sup>2</sup> y la Luna (Selene) son también, en la tradición mítica griega, deidades descendientes de la unión entre los titanes Tía e Hiperión, hermanos de Océano. Helios cruza la bóveda celeste con su carro y sus caballos y al anochecer llega al Océano, que recorre navegando sobre un cuenco de oro, regresando al Este justamente antes del alba<sup>3</sup>.

Respecto a la visión del Universo, antes de la actual concepción heliocéntrica y de la antigua geocéntrica, existía entre los griegos una representación del mundo más antigua e ingenua, que revela muchas conexiones con la de las antiguas culturas orientales. Según esta primitiva concepción, el universo era estrecho, limitado y compacto. La Tierra era un disco plano, redondo, rodeado por Océano; sobre él estaba la bóveda celeste, como una campana que Homero imagina de bronce<sup>4</sup>. La parte inferior del espacio existente entre la tierra y el cielo hasta las nubes, incluídas éstas, contiene *aér* o neblina; la parte superior es éter, el aire superior brillante, concebido a veces como ígneo. Se veían y se conocían los astros, pero no se distinguía entre los fenómenos de la atmósfera y los del cielo. Debajo de la superficie de la tierra, se extendía hacia abajo el

---

<sup>1</sup> Hesíodo, *Teogonía*, v. 133 y ss.; v. 337 y ss. En Homero encontramos la idea de que Océano es origen de todas las cosas (*Iliada*, XIV, v. 200).

<sup>2</sup> Hesíodo, *Teogonía*, v. 371 y ss.

<sup>3</sup> Homero, *Odisea*, III, v. 1; X, v. 138; XII, v. 260 y ss; v. 374 y ss.

<sup>4</sup> Homero, *Iliada*, XVII, v. 425; *Odisea*, III, v. 2.

inframundo, la morada oscura y sombría de los muertos. Los dioses tenían su residencia en la montaña más alta, el monte Olimpo, identificado con el cielo, pues en torno a su cumbre se acumulaban las nubes, de las cuales salta el rayo y cae la lluvia [Nilsson, 1953: 120; Kirk y Raven, 1969: 24].

En el siglo VI a. C. aparece una nueva forma de pensamiento (el logos) que intenta alejarse del mito, aunque a veces no lo consigue del todo. Estos primeros filósofos, que Aristóteles llamó *phisikoi*, reflexionaron sobre el origen de la naturaleza, sobre sus elementos y sobre el proceso del cambio. A ellos les debemos la imagen de un mundo en el que impera la regularidad, de un mundo ordenado y predecible. Será uno de estos primeros filósofos, Anaximandro<sup>5</sup>, a mediados del siglo VI a. C., quien modifique la primitiva concepción mítica del universo, al lanzar la hipótesis de que la Tierra se halla suspendida en el centro de un universo de forma esférica. La Tierra, para este filósofo, no es el disco plano imaginado hasta entonces, su forma se asemeja a un cilindro aplastado con un diámetro tres veces mayor que su altura.

A una distancia de veintisiete diámetros de la Tierra hay una rueda formada por aire cristalizado, hueca por dentro y llena de aire ígneo, que gira alrededor de ella. En esta rueda hay una abertura del mismo tamaño de la Tierra, que exhala, como la boca de un fuelle, un aire ígneo que se enciende al salir: así se forma el Sol. Alrededor de la Tierra gira una segunda rueda, a una distancia de dieciocho diámetros terrestres, de la que también sale aire ígneo por una abertura del tamaño de la Tierra. Así se forma la Luna. Sus fases se explican por el paulatino abrirse y cerrarse de este agujero. Y en una tercera rueda que se mueve alrededor de la Tierra, a una distancia de nueve diámetros terrestres, se hallan finalmente las estrellas fijas y los planetas. El curso diario del Sol se debe a la rotación de la rueda exterior. Los eclipses se producirían cuando el orificio por el que sale el aire ígneo que da lugar al Sol queda obturado.

En la visión mítica la Tierra hunde sus raíces en el Tártaro, el lugar más profundo del inframundo; la Tierra de Anaximandro, en cambio, no necesita apoyo alguno, pues se halla suspendida en el centro del universo esférico y la simetría explica por qué no cae.

---

<sup>5</sup> Más información en Capelle [1958: 26-37].

En opinión de J. Herbig [1997: 102], la cosmología de Anaximandro se apoya en deducciones lógicas a partir de la pura observación, y en la creencia de que en la geometría del universo predominan los números tres y nueve.

Pero hubo de pasar casi medio milenio para que la concepción del universo de Anaximandro fuese generalmente reconocida, demostrada y perfeccionada gracias al desarrollo de la astronomía griega. Entretanto los filósofos que le siguieron en el tiempo, hicieron también sus aportaciones cosmológicas y astronómicas con mayor o menor fortuna<sup>6</sup>. En este sentido, en los inicios del s. V a. C. la astronomía de Anáxagoras sigue defendiendo la imagen de la Tierra como plana y suspendida en el aire, pero parece más racional que la de la mayoría de sus predecesores, sobre todo cuando sostiene que el Sol, la Luna y las estrellas son enormes piedras incandescentes. La Luna está debajo del Sol y más próxima a nosotros, no tiene luz propia, sino que la recibe del Sol. Afirmaba también que la Luna estaba hecha de tierra y que tenía planicies y simas [Kirk y Raven, 1969: 543-545].

Lugar destacado merece, asimismo, la configuración pitagórica del universo, pues en ella se propone por primera vez (que sepamos) que la Tierra es esférica, que no es centro del universo y además se mueve. Los pitagóricos interpretaron el universo y la realidad en términos matemáticos. Afirmaron que los números eran los principios de todas las cosas y que los cielos eran armonía y número. El pitagórico Filolao, a finales del s. V a. C., propone que la Tierra se mueve en círculos, como todos los cuerpos celestes, en torno a un fuego central, que no se puede ver nunca porque en medio hay una Anti-Tierra. Teoría propuesta, según Aristóteles, para que el número de cuerpos celestes fuera diez, que en el sistema pitagórico representa la perfección. Por otra parte, afirmaba que las velocidades y distancias del Sol, de la Luna y de todas las estrellas tienen las mismas

---

<sup>6</sup> Anaxímenes consolidó la idea de que la Tierra era ancha y plana, y que estaba sostenida en el aire. Los cuerpos celestes surgieron mediante la condensación del vapor procedente de la tierra en fuego por un proceso de rarefacción. Asimismo afirmó que los cuerpos celestes se mueven alrededor de la Tierra. Heráclito concibe el cosmos como fuego, que cuando se extingue en una cantidad determinada, se vuelve a encender en parte proporcional. Los cuerpos celestes son cubetas de fuego [Kirk y Raven, 1969: 219-285; y Capelle, 1958: 37-40, 72-79].

relaciones que las concordancias musicales, por lo que el movimiento circular de la estrellas emite un sonido armónico. Esta música de las esferas no se puede oír porque el oído humano está acostumbrado a ella desde el nacimiento. [Kirk y Raven, 1969: 333-361 y Capelle, 1958: 148-149].

Es indudable, por tanto la importancia de la filosofía en el desarrollo de la astronomía y astrología durante sus primeros años de vida en suelo griego. Pero fue en el siglo IV a. C. cuando la astronomía experimentó un giro decisivo; a ello contribuyó inicialmente el interés que manifestó Platón hacia ella, en la medida en que la observación de los cuerpos celestes (objetos sensibles con aspectos geométricos) sirve para dirigir el alma hacia el mundo de las Ideas (los verdaderos objetos de conocimiento). En su diálogo el *Timeo* Platón expone sus puntos de vista sobre astronomía y cosmología. Sin embargo, serán las aportaciones de un discípulo suyo, Eudoxo de Cnido (390-337 a. C.) las que, de hecho, marquen el inicio de una nueva fase en la astronomía griega. Platón y Eudoxo idearon un modelo geométrico, el “modelo de las dos esferas”, para la representación del universo y de los fenómenos estelares y planetarios. Este modelo concibe los cielos y la Tierra como un par de esferas concéntricas. La Tierra está fija en el centro y las estrellas están fijadas a la esfera celeste. La eclíptica es el círculo por el que se mueven el Sol, la Luna y los demás planetas a través de la esfera celeste y a ambos lados del zodiaco<sup>7</sup>. La salida y puesta diaria de todos los astros se explica por la rotación de la esfera celeste en torno a un eje vertical. El ecuador de la Tierra define también el ecuador celeste. La eclíptica y el ecuador celeste intersecan en los equinoccios y los puntos en los que la eclíptica está más distante del ecuador son los solsticios<sup>8</sup>. El Sol recorre la eclíptica una vez al año, mientras que la Luna completa su recorrido en un mes, moviéndose ambos de oeste a este, con velocidad casi uniforme. También siguen la eclíptica en esa misma dirección los otros

---

<sup>7</sup> El zodiaco es la franja que se extiende a ambos lados de la eclíptica (nombre que alude a que en ella tienen lugar los eclipses). El nombre de zodiaco procede del griego *zodion* (figurilla pintada) y alude a las constelaciones que marcan su ruta. El término lo utilizó por primera vez Aristóteles (*Metafísica*, 1073b20), según Canto Nieto en su “Introducción” a *Catasterismos* de ERATÓSTENES [1992: 7] y Grupo Tempe, GÓMEZ ESPELOSÍN (ed.) [1995: 74]

<sup>8</sup> Los solsticios tienen lugar en los trópicos (de verano e invierno). La palabra trópico procede del griego *trópé* y *trépo* (vuelta y volverse) y alude al momento en que el Sol en su trayectoria anual, a lo largo de la eclíptica, parece detenerse en su progresión para “volverse” en dirección contraria. La palabra solsticio procede del latín *sol* y *sistere*. [nota 11 en Calderón, 2001: 31]

planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno)<sup>9</sup>, pero con importantes variaciones de velocidad, incluso, a veces, invierten la dirección, “movimiento retrógrado”, lo cual no afecta al Sol y a la Luna. Estos movimientos se producen en la superficie de la esfera celeste mientras ésta realiza su rotación diaria alrededor de la Tierra.

Ésta es la complejidad de los movimientos y posiciones planetarias que se puede observar desde la Tierra fija. El reto ahora para los astrónomos y matemáticos será descubrir el orden que oculta este “aparente desorden”. Eudoxo fue el primero que dio una respuesta a este problema. Intentó demostrar que cada movimiento planetario irregular se componía de una serie de simples movimientos circulares uniformes. Para ello asignó a cada planeta un conjunto de esferas concéntricas encajadas. De esta forma postula cuatro esferas para cada uno de ellos, de las cuales las interiores explican los cambios de velocidad y de latitud y el movimiento retrógrado. El Sol y la Luna, que no tienen movimiento retrógrado sólo requieren tres esferas cada uno. Así, Eudoxo crea el primer modelo geométrico serio del movimiento planetario.

Algunos años después Calipo de Cízico (370 a. C.) mejoró el sistema de Eudoxo, añadiendo una cuarta esfera para el Sol y la Luna con la intención de explicar las variaciones de velocidad de estos cuerpos al circular por la eclíptica, y una quinta para Mercurio, Venus y Marte.

El sistema de las esferas concéntricas será desarrollado por Aristóteles (384- 322 a. C.) para justificar la exigencia del movimiento circular uniforme en los cielos. El Estagirita reflexionó sobre la transmisión del movimiento de una esfera a la siguiente y se vio obligado a insertar un conjunto de esferas neutralizadoras, situadas por encima de las esferas planetarias primarias. Aristóteles ideó así una maquinaria celestial enormemente complicada que constaba de cincuenta y cinco esferas planetarias, más la esfera de las estrellas fijas [Lindberg, 2002: 133-134].

---

<sup>9</sup> Los planetas fueron ordenados a mediados de la época helenística, según el principio científico de sus períodos de traslación: el Sol en el centro, atraía y repelía a la Luna y los cinco planetas visibles; y a su vez el Sol giraba en torno a la Tierra a la que daba vida [Canto Nieto, en “Introducción” a *Catasterismos* de ERATÓSTENES [1992: 11]

Por estos mismos años, Heraclides Póntico (390-339 a. C.), un miembro de la Academia de Platón, hizo la propuesta de que la Tierra rota sobre su eje en veinticuatro horas, para explicar la salida y puesta diaria de todos los cuerpos celestes. Esta idea, que ha habido sido introducida en el s. V por el pitagórico Hicetas de Siracusa, fue ampliamente conocida pero no aceptada como verdadera.

Así nos adentramos en la época helenística, en la que se consuma la emancipación de las ciencias particulares respecto de la filosofía. En este momento la astronomía se aleja también de las especulaciones abstractas de los filósofos y experimenta un avance importante, asistida en gran medida por los logros alcanzados en geometría<sup>10</sup>.

Fue en época helenística cuando el gran astrónomo Aristarco de Samos (310- 230 a. C) defendió por primera vez la teoría heliocéntrica, adelantándose en varios siglos a Copérnico: el Sol está fijo en el centro del cosmos, mientras que la Tierra gira alrededor del Sol como un planeta más. Esta teoría no se aceptó porque iba en contra de la tradición, del sentido común, de las creencias religiosas y de la física aristotélica. Así pues, la teoría geocéntrica se mantuvo y se consolidó gracias a los trabajos de otros brillantes astrónomos y matemáticos de la época, que se preocuparon igualmente por buscar explicaciones a las anomalías observadas dentro de la regularidad de los cielos. Uno de ellos, Apolonio de Perga (finales del s. III a. C.), en lugar de las esferas concéntricas de Eudoxo, propuso la teoría de los epiciclos<sup>11</sup>, que admite movimientos circulares complementarios en torno a un centro situado en la esfera principal. Otro nombre destacado es el de Eratóstenes de Cirene, quien calculó la circunferencia de la Tierra con un margen de error del 20% respecto al valor moderno.

Y hacia la mitad del s. II a. C. desarrolló su labor Hiparco de Nicea, uno de los más grandes astrónomos de la Antigüedad, que completó la

---

<sup>10</sup> Aquí hay que mencionar las contribuciones sobre geometría esférica de Autólico y Euclides.

<sup>11</sup> Como órbitas planetarias admitía circunferencias, la primera de las cuales tenía su centro en un punto de la circunferencia en cuyo centro estaba la Tierra, la segunda en la periferia de la primera y así sucesivamente. Este sistema fue ampliado cuatro siglos más tarde por Ptolomeo [Nestlé, 1987: 283].

teoría de los epiciclos con la de los círculos excéntricos<sup>12</sup>, para rebatir la teoría heliocéntrica y argumentar a favor de la geocéntrica. Asimismo son dignos de mención los resultados alcanzados por él en el estudio de la posición y el movimiento de los astros (gracias a la invención de la dioptra), la precesión de los equinoccios y los eclipses. Es muy probable que Hiparco trabajara con datos de observación babilonios, cuya ciencia astronómica alcanza en esta época un nuevo florecimiento.

La mayor parte de los escritos que recogen las aportaciones de estos astrónomos del período helenístico dejaron de circular y se perdieron debido al enorme éxito alcanzado por la obra *Syntaxis Mathematike*<sup>13</sup> de Claudio Ptolomeo en el s. II d. C. Ptolomeo se benefició de los avances teóricos y de las observaciones teóricas de los siglos anteriores. Su objetivo, como el de sus predecesores fue reducir los complejos movimientos planetarios a sus más simples componentes para descubrir el orden subyacente al desorden aparente. De nuevo se imponen consideraciones de carácter estético, filosófico y religioso: el carácter especial de los cielos exigía movimientos uniformes y circulares y figuras perfectas. Para lograr este objetivo propuso tres modelos: el del círculo excéntrico, el del epiciclo sobre deferente y el del ecuante<sup>14</sup>, contruidos sobre un esquema matemático, que, sin embargo, no excluía presupuestos físicos.

### **Implicaciones filosóficas y religiosas**

El hombre griego, en todas las épocas, dirigió su mirada a los cielos con un sentimiento de admiración estética, incluso mística, que emergía de la regularidad eterna e inalterable de los astros.

Los filósofos presocráticos, los *phisikoí*, habían desterrado a la divinidad del mundo. Las cosas se comportan de acuerdo con sus naturalezas inherentes y esto explica el orden y la regularidad del cosmos. El orden es intrínseco, surge desde dentro, no es impuesto. Platón se opone a esta opinión al afirmar que el cosmos es obra de un artesano

---

<sup>12</sup> Como el que se obtiene, por ejemplo, si el Sol se mueve en torno a la Tierra sobre la circunferencia de un círculo de la cual la Tierra no es el centro [Walbank, 1985: 168].

<sup>13</sup> Más conocida por la traducción árabe del título, *Almagesto*, ( procedente a su vez del griego *Megiste*, la más grande composición).

<sup>14</sup> Estos modelos están explicados con gran claridad en Lindberg [2002: 139-144].

divino, el Demiurgo. En su opinión, este artesano benevolente ha de luchar contra las limitaciones de la materia, siguiendo un plan racional, para producir un cosmos bello e intelectualmente satisfactorio. A partir de triángulos y sólidos regulares, el Demiurgo crea un cosmos no sólo lleno de racionalidad y belleza, sino también dotado de alma, responsable de su movimiento.

Por tanto, en este cosmos que Platón construye sobre principios geométricos [Lindberg, 2002: 68- 71], la divinidad no está ausente: existe el Demiurgo y los planetas y estrellas fijas son dioses visibles. Pero, a diferencia, de los dioses de la religión tradicional griega, las deidades de Platón no interrumpen el curso de la naturaleza, sino que preservan su regularidad. La función de la divinidad en Platón es asegurar y explicar el orden y racionalidad del cosmos.

El mundo de Aristóteles es también un mundo ordenado, donde las cosas se desarrollan según unos fines determinados por sus naturalezas [Lindberg, 2002: 84-93; y Capelle, 1958: 353-357]. El universo es concebido por el Estagirita como una gran esfera, dividida en dos por el caparazón esférico donde está la Luna. Por encima de la Luna está la región celestial; por debajo la región terrestre. La Luna, por estar en medio, tiene una naturaleza celeste y terrestre. La región sublunar (terrestre) se caracteriza por el nacimiento, la muerte y los diferentes cambios transitorios: es el ámbito de la generación, la corrupción y la caducidad. Los elementos básicos que constituyen la multiplicidad de sustancias de la región terrestre no son ya los triángulos y sólidos regulares de Platón, sino las “cualidades sensibles”: caliente-frío y húmedo-seco, que combinados, dan lugar a cada uno de los cuatro elementos: tierra, (frío y seco), agua (frío y húmedo), aire (caliente y húmedo) y fuego (caliente y seco)<sup>15</sup>.

La región celeste o supralunar, en cambio, es una región de ciclos eternamente inmutables; por tanto, los cielos no pueden participar de los elementos terrestres, sino que están hechos de un quinto elemento incorruptible, el éter. La región celestial está, pues, completamente llena de éter y dividida en caparazones esféricos concéntricos, donde se hallan los

---

<sup>15</sup> Esta doctrina dará fundamento y un barniz científico a la astrología y especialmente a la alquimia [Bautista, 2008: 55].

planetas. Para Aristóteles, los planetas y las estrellas, como la región que ocupan, tienen un estatus cuasidivino.

El movimiento de las esferas celestes es uniforme, circular y continuo. Y la causa de este movimiento eterno es un motor inmóvil, un “primer motor”, que nuestro filósofo identifica con una divinidad no espacial y separada de las esferas que mueve, pero diferente (como en Platón) de los dioses tradicionales griegos, pues no es la causa “eficiente” de su movimiento, sino la causa “final”. Dicho de otro modo, el primer motor es objeto de deseo para las esferas celestiales, que se esfuerzan por imitar su perfección inmutable adoptando movimientos circulares, uniformes y eternos. Cada una de las esferas celestes tiene su propio motor inmóvil. Así pues, en el universo de Aristóteles hay también lugar para la divinidad.

Estas nuevas concepciones del universo y los avances en astronomía tuvieron importantes implicaciones en la religión griega, especialmente en el ámbito de la escatología, influida también por las religiones orientales que se difundieron en el período helenístico. En la nueva concepción astronómica, que presenta a la Tierra flotando en el espacio vacío, rodeada por la esfera celeste, ya no hay lugar para el mundo de los muertos, el Hades, tradicionalmente localizado debajo de la Tierra. El reino de la muerte pasa a ubicarse ahora en el espacio entre la Tierra y la Luna, donde los vientos se encargan de la purificación de las almas, y en la propia Luna, desde donde las almas pueden ser arrojadas de nuevo a la Tierra, o bien ascienden hacia el Sol o se convierten en estrellas<sup>16</sup>. Esta creencia se desarrolló a nivel popular, pero también fue aceptada entre minorías intelectuales dedicadas a la especulación filosófica, como los estoicos y los neoplatónicos.

Uno de los sistemas filosóficos más influyentes de la época helenística, es el estoicismo que, fundado por Zenón de Citio en la segunda mitad del siglo IV a. C., sobrevivió hasta el s. II d. C. La cosmología estoica es

---

<sup>16</sup> J. García López [1975: 339-341] expone estas ideas, utilizando como fuente *De Facie in Orbe Lunae* de Plutarco, en la que el autor griego sostiene que el hombre está compuesto de cuerpo, alma y razón. El cuerpo está hecho de tierra, el alma es lunar y la razón procede del sol. La muerte en la Tierra libera al alma del cuerpo, la muerte en la Luna libera al alma de la razón, tras un proceso de purificación.

geocéntrica<sup>17</sup>, sin embargo rechaza la distinción entre las regiones terrestre y celeste. Los estoicos coincidían con Aristóteles en la eternidad del universo, pero creían que estaba inmerso en un proceso continuo de expansión y contracción, dando lugar a una secuencia perpetua de mundos idénticos [Lindberg, 2002: 116-119]. También otorgaron un lugar relevante en su sistema a la divinidad, que identifican con el Logos o Razón Universal, a la cual se debe el orden establecido y sublime del mundo, especialmente visible en el cielo estrellado. El acaecer cósmico discurre según unas leyes rigurosas, expresión de la Providencia divina que deriva de la Razón Universal. En el universo todo está interrelacionado, pues, de lo contrario, no sería posible una verdadera unidad del mundo. Ésta es la doctrina estoica de la “simpatía de todas las cosas”, según la cual nada existe para sí mismo, sino que todas las cosas tienen una mutua dependencia causal; de aquí se deduce la concepción de una cadena inevitable de causas que llevan a la aceptación necesaria de un destino inquebrantable, la *heimarméne* [Capelle, 1958: 539]. Así pues, el universo estoico está penetrado por la mente y el propósito de la Razón Universal (orientada a su conservación, armonía y belleza) y, al mismo tiempo, su curso está rígidamente determinado.

Sin embargo, algunas de las figuras más representativas del estoicismo, como Zenón, Crisipo y Posidonio, consideraron que los cuerpos celestes, a los que atribuían una naturaleza divina, podían desvelar el mecanismo del universo; si se conocía el funcionamiento de una pieza del engranaje, se podía deducir el resto. Por ello, aceptaron e introdujeron en su sistema las doctrinas astrológicas, que suponen una aceptación del influjo de los cuerpos celestes en la vida y el destino del hombre y la posibilidad de predicción de los sucesos relevantes de la vida a través de la determinación del horóscopo en el momento del nacimiento. No obstante, Posidonio intentó salvar al hombre de la rigidez de esta causalidad mecánica, proponiendo que el cuerpo era la parte del hombre sometida al destino, pero no el alma [Nilsson, 1953: 140].

---

<sup>17</sup> Cuando Aristarco propuso la teoría heliocéntrica, el jefe de la Stoa en aquel momento, Cleantes de Assos, dirigió un escrito a toda Grecia para que se juzgara a Aristarco por impiedad [Capelle, 1958: 426]

En consecuencia, las doctrinas estoicas de la simpatía universal, la *heimarméne* y la cadena inevitable de causas dotaron a la astrología de una sólida base teórica y del necesario prestigio entre los intelectuales de la época. Al mismo tiempo, al extenderse estas ideas entre la población “surgió una nueva fe popular que trasladaba a los astros la antigua fuerza atribuida a los dioses de la religión tradicional” [Canto Nieto, en su “Introducción” a *Catasterismos* de ERATÓSTENES, 1992: 16]. El terreno estaba abonado para que la astrología arraigara y se difundiera en Grecia. Así nos adentramos en el tema que ocupará la segunda parte de este artículo, la astrología.

## LA ASTROLOGÍA EN EL MUNDO GRECORROMANO

Según Ptolomeo (prefacio del libro II de su *Tetrabiblos*), la astrología fue en su origen una disciplina que estudiaba el influjo de los astros sobre la Tierra y sus pobladores. Pero la astrología es, sobre todo, un sistema de adivinación para conocer el futuro a partir de la posición de los astros [Tester, 1990: 24]. Como variedad de la mántica, la astrología superaba en rigor matemático y científico a las restantes formas de adivinación; esto explica la difusión que consiguió en Grecia y en Roma. El hombre antiguo, inmerso en un mundo sin firmes bases económicas, sin técnicas científicas que asegurasen su supervivencia, y carente de una revelación o de un sistema doctrinal que le orientase, encontró en la astrología un arma extraordinaria para hacer frente a las infinitas coyunturas de la vida [Gil, 2004: 404].

Los griegos y los romanos recurrían a los astrólogos con una doble intención [Calderón, 2001: 127]: a) conocer los acontecimientos más importantes de la vida e incluso la fecha y modo de la muerte, a partir de la posición de los astros en el momento del nacimiento, es decir, a través de la determinación del horóscopo<sup>18</sup>; esta rama de la astrología recibe el nombre de *genetialogía*; y b) saber si un momento determinado era favorable o no

---

<sup>18</sup> El horóscopo ( del griego *hora* y *scopéo*, observar la hora, el momento) hace referencia en un principio a la estrella que se levantaba en el momento del nacimiento, y, en la terminología posterior, al esquema de las posiciones de todos los planetas en ese instante en los signos del zodiaco [Gil, 2004: 406]

para acometer cualquier empresa y prever sus resultados, ésta es la doctrina de las *iniciativas* (*katarchai*).

El origen de la creencia del influjo de las estrellas sobre el acontecer humano es babilonio. No obstante, como en otros aspectos de la cultura griega, en la astrología junto a las ideas originales extranjeras “hay mucho de aportación helena, tanto en la sistematización, depuración y coordinación de los principios, como en la aplicación práctica de los mismos [Gil, 2004: 403].

Desde los tiempos más remotos hubo en Grecia gran interés por los fenómenos celestes. Homero demuestra el conocimiento de varias constelaciones, que menciona en lugares distintos de sus poemas. Así, por ejemplo, las Pléyades, Híades, Orión, La Osa, el Carro... son representadas por Hefesto en el escudo de Aquiles (*Iliada*, XVIII, vv. 483-489). Hesíodo en su poema *Trabajos y días* describe determinados astros y sus relaciones con las tareas agrícolas y la vida diaria. Por ejemplo, la aparición de Orión y Sirio a la puesta del Sol marca el momento de la vendimia, y la desaparición de la Pléyades, Híades y Orión indica el momento de plantar el grano (vv. 609- 617). En estos poetas no encontramos huellas de saberes astrológicos. Tampoco los encontramos en otros autores que ofrecen mucha información sobre las creencias y las supersticiones de la época, como Píndaro y Heródoto. Según L. Gil [2004: 407] hay que llegar a Eurípides para descubrir la primera referencia astrológica segura –concretamente en un fragmento de su *Melanipa*- de la literatura griega.

Sin embargo, estos testimonios literarios sí son un reflejo de la fundamentada creencia en la conexión entre los fenómenos del cielo y los de la tierra. Nadie dudaba de que la aparición y desaparición en el cielo de un cierto número de estrellas anuncian la sucesión de las estaciones con sus respectivas labores agrarias; o que la faz de la Luna cambiaba de forma regular e influía en el ritmo de las mareas y en el ciclo menstrual de la mujer. Asimismo, a partir de la posición de los astros en el firmamento también se pudieron hacer elementales predicciones meteorológicas y de aquí se pasó a intuir la posibilidad de generalizar dichas predicciones a la propia vida.

Por otra parte, en el mundo griego, las ideas astrológicas consiguieron el apoyo de varios sistemas filosóficos. Esto contribuyó a que la astrología fuera plenamente aceptada, dado que estaba sustentada no sólo en argumentos derivados de la observación sino también en sólidas teorías filosóficas y en la justificación científica que le aportaban los avances de su “hermana”, la astronomía. Entre las doctrinas filosóficas que sirvieron de base teórica a la astrología podemos mencionar las siguientes: 1) la concepción del hombre como un microcosmos, que reproduce a pequeña escala los elementos fundamentales del universo y, por tanto, es afectado por las alteraciones del sistema cósmico. Esta doctrina se encuentra ya en Anaxímenes, en el pitagorismo y aparece claramente formulada en el pensamiento de Demócrito. 2) Las doctrinas estoicas de la simpatía universal, del inevitable encadenamiento de causas y del destino dentro de un cosmos activo y orgánico caracterizado por la unidad y continuidad. 3) La teoría de los efluvios (*aporrhoiai*) astrales, que podría tener su antecedente en el atomismo de Demócrito y Leucipo. 4) La imprecisa noción de la simpatía lunar, documentada ya en Aristóteles, pero perteneciente también al acervo de creencias populares [Gil, 2004: 408; y Tester, 1990: 25]. 5) Las aportaciones realizadas por Platón y Aristóteles a la teología astral con su defensa de la divinidad de los astros y la esfericidad de los cuerpos celestes, así como la consagración por parte del segundo de la doctrina de los cuatro elementos y sus cualidades.

En definitiva, el auge que cobró la astrología primero en Grecia, a raíz de las expediciones de Alejandro Magno (siglo IV a.C.), y luego en Roma, se debió a que encajaba perfectamente dentro de la mentalidad y de la concepción del mundo y del hombre en el cosmos que tenían griegos y romanos. Dodds [1993: 221-230] aporta otra causa que describe como “algo profundo y menos consciente”. En su opinión, el hombre griego en este momento (los inicios del periodo helenístico) no es capaz de afrontar su propia libertad; una libertad favorecida a nivel sociopolítico por la desaparición de la ciudad-estado, que hace a la sociedad más abierta y cosmopolita; a nivel espiritual, por la caída de la religión tradicional, cuyos dioses son ya indiferentes o inexistentes; la divinidad se equipara ahora a la Razón en los ambientes intelectuales y al gobernante o la *Tyche* (la Fortuna) entre las clases populares; y a nivel intelectual por el racionalismo que empieza a triunfar con la fundación del Liceo (335 a. C.) y llega hasta el final del siglo III a. C., momento también del desarrollo de las ciencias. Esta

libertad supone asumir “la carga aterradora de la responsabilidad diaria”, por ello el individuo le vuelve la espalda y prefiere acogerse a la falsa seguridad del rígido determinismo astrológico.

Desde el siglo II a. C., en que Beroso de Babilonia funda su escuela de astrología en la isla de Cos, la difusión de esta pseudociencia continuó de forma imparable, especialmente en época imperial, alentada por el estoicismo y posteriormente por el neoplatonismo. Parece que la astrología fue introducida en Roma por esclavos orientales y, a pesar de las muchas persecuciones de que fue objeto, ganó progresivamente un gran número de adeptos entre las clases dominantes y la minoría de intelectuales. Fueron numerosos los emperadores y monarcas helenísticos que consultaron a los astrólogos o que tenían un “adivino caldeo” entre sus consejeros. No se comenzaba ninguna empresa, una guerra o un reinado sin conocer previamente cuál era la suerte que deparaba la posición de los planetas en el zodíaco en ese momento. Y las clases populares recurrían a los astrólogos para que les revelasen los momentos propicios no sólo para los grandes acontecimientos de la vida (casarse, tener un hijo...), sino también para los más prosaicos [Calderón, 2001: 149]. En pocas ocasiones una forma de pensamiento ha tenido tanta influencia sobre la vida del individuo a todos los niveles.

Según H. Bautista [2008: 59], de los escritos asociados a los nombres de los primeros astrólogos conocidos, entre ellos el del propio Beroso, no nos ha llegado prácticamente nada. Hasta finales del helenismo (siglo I d.C.) no encontramos escritos conservados sobre astrología. Se trata de los poemas de Manilio, en latín, y de Doroteo de Sidonio, en griego. Sin embargo, es el *Tetrabiblos* de Ptolomeo (siglo II d. C.) la obra que ejerció una influencia poderosa en la tradición astrológica occidental y también en la islámica. Constituyó un referente indiscutible durante toda la Edad Media y la Edad Moderna, y sus principios básicos se han mantenido hasta nuestros días. Una de las razones de su éxito reside en que nos presenta la astrología como una disciplina que estudia los influjos de las estrellas en el mundo terrestre, despojándola de los elementos relacionados con la magia, la superstición y el misticismo, muy criticados por los sectores intelectuales.

No obstante, en los siglos posteriores la astrología se encontró con inflexibles detractores; sin duda, el más destacado de todos ellos fue el

cristianismo, que se oponía de forma radical a todo tipo de fatalismo cósmico, irreconciliable con su doctrina del libre albedrío: si el destino del hombre está determinado por las estrellas, es absurdo asumir la responsabilidad y, por tanto, el premio o castigo en la vida futura. En realidad, el ambiente espiritual reinante, como muy bien señala Nilsson [1953: 140-141]<sup>19</sup> propició la aparición de prácticas mágicas y de nuevas formas de religión, que incluían doctrinas de salvación (el hermetismo, el gnosticismo o el cristianismo), ya que ofrecían un refugio al hombre frente a la causalidad mecánica del determinismo astrológico. Dicho de otro modo, a través de la astrología, el pueblo creyó acceder a la ley a la que todo obedece, pero esto desembocó en un férreo determinismo que se convirtió en un fondo de desasosiego e inquietud. Los astros se convierten ahora en poderes malignos, cuya influencia el hombre sólo puede contrarrestar por medio de diferentes prácticas mágicas o eclipsar dirigiéndose hacia otras formas de religión.

## Los nombres

Después de examinar el ambiente en el que arraigó y se difundió la astrología en Grecia y en Roma, vamos a dedicar un breve espacio al comentario de la terminología utilizada en la Antigüedad para designar a las dos disciplinas: la astronomía y la astrología respectivamente<sup>20</sup>.

En la Antigüedad el término *astrología* designaba tanto a la astronomía como a la astrología propiamente dicha. Hay que llegar al siglo VI d.C. para encontrar, concretamente en Simplicio y Olimpiodoro, una diferenciación parecida a la actual, aunque a nivel conceptual Ptolomeo, ya en el siglo II d. C. establece la distinción entre los dos saberes y consagra tratados separados a la astronomía (*Syntaxis Mathematike* o *Almagesto*) y a la astrología (*Tetrabiblos*). El primer autor latino que entiende los términos astronomía y astrología asociados a un campo conceptual semejante al que nosotros les atribuimos es S. Isidoro de Sevilla (*Etym.* 3,27).

---

<sup>19</sup> Mas referencias a este tema en García López [1975: 343].

<sup>20</sup> En esta cuestión seguimos, principalmente, la clarificadora exposición de Calderón [2001: 127-152].

Así pues, ¿Cómo se designaba en la Antigüedad grecorromana a la astrología propiamente dicha? La terminología más utilizada son dos adjetivos que proceden de *genethliología* y de *apotélema*, es decir, *gentethliaké* o *apotelesmatiké*, acompañados del sustantivo *téchne* (arte). A partir de estos adjetivos se formó el sustantivo *genethliología* como sinónimo de astrología o arte de hacer horóscopos. No obstante, este término no es frecuente en latín. En relación con tales nombres, a los astrólogos se les llamó *apotelesmatikoí*, *gentethliakoí*, *genethliologikoí* o *genethliólogoi*. Los autores latinos tradujeron estos términos por el giro *natalium periti*. Como puede deducirse, todos estos términos están vinculados con la práctica más común de la astrología, la determinación del horóscopo. Asimismo, el carácter mántico o adivinatorio de esta disciplina queda recogido en otros dos términos: *astromanteia* y *astromantiké*, y *astromántis* para el astrólogo.

También se utilizó de forma restringida los términos *mathematiké* (*téchne*) y *máthesis* para denominar la materia, y *mathematikoí* para designar a los astrólogos. Estos términos están relacionados con la vinculación inicial de la astrología con la astronomía, ciencia basada, como hemos visto, en las matemáticas y en la geometría.

Sin embargo, el nombre que logró mayor difusión popular a partir del siglo III a. C. fue el de *Chaldaion téchne* o *ars Chaldaeorum*, que reconoce el origen caldeo/babilonio de la astrología.

El término *téchne* que aparece con frecuencia en toda esta terminología nos presenta la astrología como un arte, como lo era por ejemplo la medicina. Esta *téchne* se sustentaba sobre una base no racional, sin embargo, tomaba prestado su método (con un evidente fundamento científico) de la astronomía que era una *epistéme* (ciencia). De hecho, muchos astrólogos, que pertenecían a las clases cultas, se afanaban por conferir un carácter científico a su disciplina, acompañando sus predicciones de complicados cálculos matemáticos. No obstante, junto a esta astrología con pretensiones científicas coexistió una astrología popular, la de los embaucadores que hacían la carta astral, a cambio de unas monedas, lo que contribuyó en gran medida a la degeneración de esta *téchne* en pura superstición y en magia astral [Calderón, 2001: 131 y 151].

Los componentes fundamentales de la astrología, legados por la tradición helena son el círculo zodiacal, los planetas en él insertos y las relaciones que establecen entre sí<sup>21</sup>. A partir de estos elementos se crea el cuerpo doctrinal de la astrología helenística, basada en la teoría de los aspectos<sup>22</sup>, la integración en el zodiaco babilonio de los antiguos decanos egipcios<sup>23</sup> y la doctrina de las doce casas<sup>24</sup>, de la que derivó la de los “lotes” o “suertes”, que fue fundamental para las consultas astrológicas sobre nacimientos, actividades y otras cuestiones relativas a la horoscopia individual. Todo ello constituye la principal aportación griega a la historia de esta disciplina [Bautista, 2008: 58].

### Astrología y mitología

Los influjos celestes en la vida humana dentro de la consabida correlación macro-microcósmica vinieron determinados en gran medida por las cualidades específicas que se atribuían a los astros, los planetas y los signos del zodiaco o las constelaciones con las que éstos se identificaban.

En el establecimiento de estas propiedades, en opinión de L. Gil [2004: 438], intervienen dos factores: 1) la observación, a partir de la cual se dedujeron los efectos de cada astro o constelación sobre los fenómenos terrestres, así como sus figuras y cualidades que se reflejaban en los nombres que recibieron<sup>25</sup>; 2) las creencias religiosas del momento y los datos del mito, consagrados por la tradición, entre los que podemos mencionar la divinización de los planetas, identificados finalmente con un dios de la religión tradicional, y la larga lista de catasterismos<sup>26</sup> por los que

---

<sup>21</sup> Más información en E. Calderón [2001: 131-144].

<sup>22</sup> Se llama aspectos a las distribuciones poligonales, líneas paralelas, trígono, tetragonos, polígonos regulares (dentro de un círculo matemático) de los signos del zodiaco, para determinar las relaciones entre ellos.

<sup>23</sup> División de cada signo zodiacal en tres secciones de diez grados cada uno.

<sup>24</sup> Cada planeta tiene una casa en uno de los doce signos zodiacales.

<sup>25</sup> Por ejemplo, la constelación de los Gemelos consta de dos luminosas estrellas, y el Sol a su paso por este signo del zodiaco, según las creencias antiguas, produce el efecto de dividir o multiplicar todas las cosas por dos: la semilla se divide, las hojas se multiplican, etc. [Canto Nieto en “Introducción” a *Catasterismos* de ERATÓSTENES, 1992: 7].

<sup>26</sup> Según A. Ruiz de Elvira [1984: 470], *catasterismo* es “la conversión en constelación de un personaje o ser mitológico” y también “la constelación misma que así resulta, y que por su nombre, forma y cualidades se admitía que seguía siendo el mismo personaje o ser en cuestión,

los dioses elevaron a los cielos a gran número de héroes y heroínas y a otros seres como premio por sus acciones y como recuerdo y ejemplo para los hombres.

Así pues, cada signo del zodiaco poseía su propia personalidad mítica, descrita en leyendas y relatos mitológicos conocidos ya en la época helenística<sup>27</sup>; no obstante, fueron perfilando su carácter a través de otras cualidades que se les atribuyeron. En consonancia con esto, hay signos masculinos (Carnero, Gemelos, León..., todos los que tienen número impar) y signos femeninos (Toro, Cangrejo, Virgen..., los que son pares). Los signos masculinos son diurnos, pues se les asocia al Sol, y los femeninos, ligados a la Luna, son nocturnos; la explicación reside en que el calor seco (cualidad del Sol) corresponde al sexo masculino y la humedad fría (cualidad de la Luna) al sexo femenino. Otras clasificaciones nos hablan de signos humanos y signos animales, completos y mutilados (por ejemplo, el Toro, al que falta la parte trasera), simples y geminados o bifformes, terrestres y acuáticos, etc. [Calderón: 2001: 136-137].

De igual manera, cada uno de los siete planetas<sup>28</sup> conocidos en la Antigüedad (el Sol, la Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) son

---

transformado en astro, pero conservando de algún modo su personalidad o individualidad peculiar<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Entre las fuentes mitográficas esenciales sobre este tema tenemos que mencionar los *Fenómenos* de Arato y *Catasterismos* de Eratóstenes. La primera es una obra de tema astronómico, que incluye también descripciones de constelaciones y predicciones meteorológicas. La segunda es una colección de cuarenta y cuatro leyendas sobre personajes y seres mitológicos que acaban convertidos en constelaciones por la acción de un dios. Entre ellas están las que se identifican con los signos del zodiaco. Tras cada leyenda, el autor describe las estrellas que forman parte de la constelación. Citamos como ejemplo este fragmento:

“El león (*Leo*): Esta es una de las constelaciones sobresalientes. Parece que Zeus colocó esta figura por ser el soberano de los cuadrúpedos. Algunos afirman que se trataba del primer trabajo de Heracles, puesto para su recuerdo; en efecto, cuando iba en busca de fama, mató al león sin armas (este caso fue el único), pues lo asfixió entre sus brazos... De ahí que conservara su piel, consciente de que había realizado un glorioso trabajo. Éste es el león muerto por sus manos en Nemea.

Tiene tres estrellas en la cabeza, una sobre el pecho y dos debajo... (Eratóstenes, 1992: 58).

<sup>28</sup> El nombre de planeta procede del griego *planetai* que significa “errantes”, pues su localización en la esfera celeste es variable, frente a las estrellas de las constelaciones que son fijas (*aplanéis*)

también poseedores de una esencia y personalidad concreta<sup>29</sup>. En un principio, los griegos apoyándose en las analogías de color, destello, velocidad de curso consagraron los planetas a cada uno de los cinco grandes dioses del Olimpo. Así, inicialmente no dieron a los planetas nombres propiamente dichos, sino sobrenombres: el astro de Cronos (Saturno), el de Zeus (Júpiter), el de Ares (Marte) el de Afrodita (Venus) y el de Hermes (Mercurio). En época helenística se ensayaron denominaciones que aludían a su color o brillo: *Phainon* (Resplandeciente) es el planeta Saturno, por la belleza de sus anillos; *Phaetonte* (Espléndido) es el planeta Júpiter, que brilla por encima de cualquier estrella, excepto Sirio; *Piroente* (Rutilante) es el planeta Marte, por su color rojo-anaranjado; *Fósforo* (Refulgente) es el planeta Venus, cuya luz, blanca y fría, destaca sobre los demás astros al atardecer; *Estilbón* (Fúlgido) es el planeta Mercurio. Estas denominaciones no lograron imponerse. Posteriormente, a partir del siglo II d. C., se utilizará el nombre del dios para designar al astro. En consecuencia, la imagen astrológica de los planetas se irá conformando no sólo tomando en consideración sus rasgos externos (tamaño, luz, color), sino también la imagen ancestral que los mitos habían forjado de cada uno de los dioses a ellos asociados. Así pues, los planetas fueron divididos en benéficos y maléficos. Son benéficos Venus, que tiene la voluptuosidad y delicadeza de la diosa del amor y su misma predisposición hacia el género humano; y Júpiter, pues, como ya decía Homero, es el “padre de los dioses y de los hombres”. Maléficos son Marte, ya que su color rojizo y marcha rápida recuerda el carácter sangriento y violento de la divinidad epónima e incita a la confrontación, y Saturno, pues su pálido brillo y marcha lenta evoca la imagen del dios anciano, indiferente e incluso malintencionado con los hombres. Mercurio es tan versátil como el dios, debido a la inestabilidad que le confieren la rapidez de su curso y el influjo que recibe de los astros más próximos. Junto a ellos, el Sol y la Luna; el primero es considerado neutro, siendo fuente de calor y vida; y la segunda, benéfica, preside el crecimiento y el ciclo femenino.

Por otra parte, todos estos rasgos mitológicos y antropomórficos se adecuaban, en general, a la idiosincrasia de los astros determinada por la mezcla en ellos de las cuatro cualidades físicas aristotélicas. Estas

---

<sup>29</sup> En la exposición que sigue utilizamos los datos aportados por L. Gil [2004: 439-440] y E. Calderón [2001: 133-134].

propiedades planetarias estarían en función de las distancias de los planetas respecto del Sol, fuente de calor, y de la Tierra, de humedad. Según esto, el calor y la humedad corresponden a los benéficos (como Venus y Júpiter) y el frío y/o sequedad a los maléficos (como Marte). Mercurio muestra aquí también su naturaleza ambivalente: es seco por su proximidad al Sol, pero está deseoso de humedad y se satura de ella cuando se aproxima a la Luna, que es fría y húmeda. En el caso de Saturno, del que se hubiera esperado, por su lejanía del Sol y de la Tierra, que fuera frío y seco, se impuso su imagen mítica de anciano débil y achacoso, lo que hizo de él un planeta frío y húmedo. Asimismo, como la humedad o sequedad determina el sexo, son planetas femeninos Venus y la Luna, masculinos Saturno, Júpiter, Marte y el Sol. Mercurio sería hermafrodita. El sexo de Saturno –como planeta húmedo- está en contradicción de nuevo con este esquema. No obstante, Ptolomeo nos da a conocer otra teoría que explica el sexo de los planetas, según la cual, los astros que por la mañana preceden al Sol y se observan en el cielo oriental son masculinos (Saturno y Júpiter), mientras que los que lo siguen y se ven en el cielo occidental son femeninos (Venus y Marte); Mercurio sería mixto: masculino en el cielo oriental y femenino en el occidental.

El astrólogo debía tener en cuenta esta complicada trama de cualidades, en la que se mezcla lo científico y o imaginario, lo racional y lo absurdo; pues no sólo configura la idiosincrasia de cada signo zodiacal y de cada planeta, sino que, en función de ella, se podía anticipar los rasgos físicos y la psicología del individuo que nacía bajo su influencia, e incluso, las enfermedades que iba a padecer.

### **Influencia de la astrología en otras disciplinas**

La astrología llegó a penetrar en casi todas las facetas de la vida y, en consecuencia, tuvo una clara influencia en otras disciplinas, como en la meteorología, en la geografía y, de forma muy acusada en la medicina. Así pues, podemos hablar de la práctica o cultivo en el mundo grecorromano de la astrometeorología, la geografía astrológica y la iatromatemática o medicina astrológica.

La astrometeorología tenía como objetivo fundamental el de obtener datos fiables para predecir (adivinar) el tiempo atmosférico y las variaciones

climáticas. Se servía de la elaboración de calendarios, llamados *parapégmata*<sup>30</sup>, que registraban las salidas y los ocasos de las constelaciones y estrellas fijas asociadas a los fenómenos atmosféricos, las fases de la Luna, los solsticios y los equinoccios, la posición del Sol en los signos del zodiaco y las previsiones meteorológicas. En una sociedad, cuya economía estaba asentada sobre la agricultura y el comercio marítimo, eran fundamentales las previsiones que esta técnica astrológica podía ofrecer [Calderón, 2001: 144-145].

La geografía astrológica repartía las zonas de la tierra bajo la protección de los planetas y de los distintos signos zodiacales, basándose en subjetivas asociaciones y analogías entre los astros y las características geográficas. Ptolomeo dividió la Tierra en cuatro cuadrantes, dos por encima del horizonte y dos por debajo, de esta forma obtiene unas zonas “astrológicas” dominadas por determinados planetas y signos del zodiaco. De estas influencias resultan los rasgos esenciales de los diferentes pueblos. Así por ejemplo, los habitantes de Chipre son más afines a Venus; los fenicios, judíos y árabes están dotados para el comercio porque están gobernados, entre otros, por Mercurio.

Por lo que respecta a la medicina<sup>31</sup>, en la que es tan importante el cálculo de probabilidades y la previsión de eventos, la astrología aparece como un poderoso instrumento de pronóstico. La iatromatemática o medicina astral es de origen egipcio. Los sacerdotes egipcios, depositarios de una revelación medicinal atribuida a Thot y a Isis, creían que cada parte del ser humano dependía de un dios cuyo favor era preciso ganar para mantener o recobrar la salud. En el mundo griego las primeras especulaciones astrológicas pertenecen al campo de la medicina. Ya en el primer tercio del siglo IV a. C. se habían escrito varios tratados del *Corpus Hippocraticum* de neto contenido astrológico. La medicina astrológica se basa en las relaciones que se establecen entre los signos del zodiaco (*melothesia zodiacal*) o los planetas (*melothesia planetaria o astral*) y las

---

<sup>30</sup> Del griego *para-pegma* (fijación al lado). Dado que el calendario se ponía al día mediante unas fichas de madera que se introducían en unos orificios [Calderón, 2001: 145].

<sup>31</sup> Una obra fundamental para conocer la medicina en el mundo clásico, en su vertiente menos científica o técnica, es decir, la medicina mágica y la medicina popular, es el libro *Therapeia. La medicina popular en el mundo clásico* de L. Gil [2004]. De esta obra procede la mayor parte de la información contenida en este apartado.

partes del del cuerpo humano; conocer estas relaciones ayuda a obtener un diagnóstico y a prescribir la terapia a seguir. Las enfermedades, lesiones y deformaciones, según los astrólogos, derivan de la influencia de los astros maléficos.

El fundamento de la *melothesia zodiacal* parece haber sido la ubicación del cuerpo humano dentro del círculo del zodiaco, colocando la cabeza sobre Aries y los pies sobre los Peces. De esta forma, cada parte del cuerpo se localizaría en los signos restantes. Las implicaciones medicinales de esta distribución las sugiere Sexto Empírico, cuando afirma que, si en el nacimiento de un individuo aparece un planeta maléfico en su signo zodiacal, se originará una deformidad en el miembro correspondiente [Gil, 2004: 427].

La *melothesia planetaria* o *astral* no excluía la zodiacal. De hecho, el médico-astrólogo debía hacer uso de ellas de forma complementaria. Sin embargo, como base previa de trabajo la primera ofrece una mayor sencillez y esquematismo, dado que presentaba afinidades entre las partes del cuerpo y los planetas más inteligibles e intuitivas. Así, a Saturno se le atribuyen las partes húmedas y duras; a Júpiter, lo templado y la respiración; a Marte, el oído izquierdo y las fuentes de calor; al Sol, la vista y las partes rectoras del individuo; a Venus, lo relativo al sexo; a Mercurio, lo relacionado con la razón y el lenguaje; y a la Luna, lo perteneciente a la alimentación, la fecundidad femenina y la parte sensible e irracional. Estos dos últimos astros determinan también los rasgos fundamentales de la psicología del individuo.

Un lugar destacado merece, por sus importantes repercusiones en la iatromatemática e incluso en la medicina técnica, la influencia de las fases de la Luna en la Tierra, la simpatía lunar. Se veía una relación directa entre las fases crecientes y el crecimiento de los seres vivos. Además, el cuarto creciente era considerado un periodo favorable y feliz; el menguante, en cambio, se tenía como no propicio. En la luna llena todo está en la plenitud de su vigor y de su fuerza.

Esta creencia en la simpatía lunar tuvo implicaciones en la farmacopea y la terapéutica. Así por ejemplo, el efecto curativo de las plantas medicinales se potenciaba según las fases de la Luna en que eran recogidas.

Marcelo Empírico, médico de Teodosio, administraba los medicamentos al enfermo cuando la Luna menguaba, momento en que la vis morbi se hallaba más debilitada.

La Luna ejercía también un influjo muy importante en el momento de la concepción y del nacimiento del ser humano. Los padres, por razones eugenésicas, debían tener en cuenta la fase lunar que elegían para la procreación: lo mejor era ser engendrado y nacer con la luna llena; por el contrario, el peor presagio acompañaba a los que habían sido concebidos o nacían cuando la Luna había desaparecido del cielo.

A partir de Aristóteles se pretendió explicar de forma racional el influjo de la Luna, especialmente en el crecimiento de los seres vivos, recurriendo a los cambios ambientales de sequedad y humedad, frío y calor que comportaban las fases de este astro.

Por último, desde muy antiguo se asumió la influencia de la Luna en las perturbaciones mentales, especialmente en la epilepsia. En consonancia con la simpatía lunar, los ataques epilépticos eran más graves en cuarto menguante y en el novilunio. Los médicos que aceptaron esta creencia intentaron darle una explicación científica, basada fundamentalmente en la mecánica de los cambios de humedad. En esas fases lunares se produce un enfriamiento que favorece la acumulación de humores, sobre todo, en las “concauidades del cerebro” y de ahí los ataques de epilepsia.

En el terreno de la práctica, la astrología proporcionó un conjunto de normas sobre la oportunidad de intervenir sobre el enfermo y una serie de pronósticos de validez general. Por ejemplo, los signos del zodiaco indicarían la parte del cuerpo afectada; la duración de la enfermedad vendría determinada por la marcha rápida o lenta de los astros; y las conjunciones con los planetas benéficos abreviarían la enfermedad; en cambio, las conjunciones con Saturno y Marte la agravarían y alargarían. Finalmente, como la curación requería de procedimientos terapéuticos concretos, los astrólogos los encontraron en los animales, plantas y minerales que se hallaban en “simpatía” o “antipatía” con el astro cuya influencia se pretendía respectivamente potenciar o contrarrestar. Así, el oro se atribuía al Sol, la plata a la Luna; las plantas amargas a Marte, las aromáticas a Venus; los reptiles a Saturno, etc. [Tester, 1990: 38-39].

En conclusión, en la iatomatemática, la astrología se mezcla con las supersticiones y prácticas más ancestrales.

## CONCLUSIÓN

La observación de los cielos tuvo ya en los tiempos más remotos una finalidad práctica: elaboración de calendarios que sirvieran de apoyo a las tareas agrícolas o de mapas estelares para orientarse en el mar. Pero ya entonces estuvo acompañada de un sentimiento de reverente admiración, inspirado en la belleza y perfección que el firmamento y sus astros revelaban en sus formas y movimientos. Esta experiencia que, en ocasiones, podemos calificar de mística, suscitó no sólo la conformación del cuerpo doctrinal de las religiones astrales, sino que en Grecia promovió también la reflexión filosófica sobre la naturaleza del universo, de la que el hombre forma parte como microcosmos. Aquí podemos mencionar, a modo de ejemplo, las teorías platónicas sobre un cosmos bello, ordenado y racional, producto de un artesano divino, el Demiurgo, y en el que los planetas y estrellas fijas son dioses visibles; o las doctrinas estoicas de la simpatía universal, del encadenamiento causal y del destino.

En consecuencia, la filosofía difundió ideas básicas que no sólo influyeron en la investigación científica de los cielos (la astronomía), sino también en el arraigo y difusión de la astrología. Esta disciplina de origen babilonio, fue considerada en el mundo griego, como una *téchne*, un arte útil para la vida y constituyó un sistema de adivinación, basado en la conexión entre los fenómenos celestes y los terrestres. Su finalidad era conocer el futuro, a partir de la posición de los astros, planetas y signos del zodiaco fundamentalmente en el momento del nacimiento (horóscopo). Como hemos visto, la astrología tuvo una extraordinaria influencia en todos los ámbitos de la vida humana, debido a la seguridad y confianza que proporcionaba dentro del caos en que en muchos momentos se convierte la propia existencia; pero el determinismo que la sustentaba orientó al hombre a otras formas de religión que, como el cristianismo, tenían el libre albedrío como principio esencial.

Por otra parte, demostrar y explicar la regularidad eterna e inalterable de los cielos y de los astros que se mueven en él fue también el objetivo de la investigación científica, de la astronomía, que en Grecia adquiere el

rango de *epistéme*, de ciencia, a partir de la época helenística. Las primeras investigaciones astronómicas proceden de Babilonia (mapas estelares, determinación de los movimientos planetarios en el zodíaco, predicción de eclipses); no obstante, los astrónomos griegos no se limitaron a acumular datos, sino que construyeron modelos, basados fundamentalmente en principios geométricos y matemáticos, para explicar la posición de la Tierra y los planetas y el movimiento aparentemente desordenado de éstos en la esfera celeste, siempre dentro de una visión geocéntrica del universo, avalada por el sentido común, la tradición religiosa y la física aristotélica. Éste fue el objetivo perseguido por insignes astrónomos griegos como Eudoxo, Apolonio de Perga, Hiparco de Nicea y Ptolomeo; también lo fue de Aristarco de Samos, pero desde una visión diferente del universo que colocaba al Sol en el centro y que, por ello, fue rechazada, considerada “impia” y olvidada hasta Copérnico.

En conclusión, las aportaciones de los griegos en astronomía y en astrología, como en otros saberes y aspectos de nuestra cultura, constituyen un referente necesario para comprender los fundamentos sobre los que se asientan y sus desarrollos posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ARATO [1993]: *Fenómenos*. Gémino, *Introducción a los fenómenos* (Introducción, Traducción y notas de E. Calderón Dorda), Madrid, Gredos.
- BALLESTÍN SERRANO, A. [2005]: “La paradoja astrológica” en *Catoblepas*. *Revista crítica del presente*, nº38, abril, p. 15.
- BAUTISTA RUIZ, H. [2008]: “Los escritos astronómicos y astrológicos. Su circulación en el mundo grecorromano y bizantino”, en *Estudios Clásicos*, nº 133, pp. 51-72, Madrid.
- BOUCHÉ-LECLERCQ, A. [1899]: *L’Astrologie Grecque*, (editor Leroux), Paris.
- BURGUETE, R. y RADA, E. [2002]: *Ciencia y tecnología y su papel en la sociedad*, Madrid, UNED.
- CALDERÓN DORDA, E. [2001]: “La astrología grecorromana ayer y hoy”, en *Cuadernos de Literatura griega y latina*, III, pp. 127- 152, Madrid, Ediciones Clásicas.
- CAPELLE, W. [1958]: *Historia de la filosofía griega*, Madrid, Gredos.
- CUMONT, F. [1089]: *Astrología en el mundo grecorromano*, Barcelona, Edicomunicación.
- CHAO PRIETO, R. *La Astronomía en la Antigua Grecia: una visión global en* <http://www.organizaciones.bornet.es/ala/Grecia.htm>. [13-06-2008]

- ERATÓSTENES [1992]: *Catasterismos* (Introducción, Traducción y notas de J.R. Canto Nieto), Madrid, Ediciones Clásicas.
- DODDS, E.R. [1993]: *Los griegos y lo irracional*, Madrid, Alianza Universidad.
- GARCÍA LÓPEZ, J. [1975]: *La religión griega*, Madrid, Itsmo.
- GARCÍA SOLA, M.C. [1999]: “La medicina griega y la astronomía en el nuevo mundo. El Tratado de Cisneros *Sitio, Naturaleza y propiedades de la ciudad de México*” en ÁLVAREZ MORÁN, M.C. e IGLESIAS MONTIEL, R.M. (eds.) *Contemporaneidad de los clásicos en el umbral del tercer milenio: actas del congreso internacional de los clásicos. La tradición grecolatina ante el siglo XXI*, (La Habana, 1 a 5 de diciembre de 1998).
- GIL, L. [2004]: *Therapeia. La medicina popular en el mundo clásico* (2ª edic.), Madrid, Triacastela.
- GRUPO TEMPE [1995]: “El cielo: nombres y mitos” en GÓMEZ ESPELOSÍN, F.J. (ed.), *Lecciones de Cultura Clásica*, Alcalá de Henares, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, pp. 53-93.
- GUTHRIE, W.K.C. [1966]: *Orfeo y la religión griega*, Buenos Aires, Ed. Endeba.
- HERBIG, J. [1997]: *La evolución del conocimiento. Del pensamiento mítico al pensamiento racional*, Barcelona, Herder.
- HESÍODO [1978]: *Obras y Fragmentos: Teogonía; Trabajos y días; Escudo; Fragmentos; Certamen* (Trad. de A. Pérez Jiménez y A. Martínez Díez), Madrid, Gredos.
- HOMERO [1980]: *Ilíada* (Trad. de L. Segala y Estalella), México, Editores Mexicanos Unidos.
- HOMERO [1978]: *Odisea* (Trad. de L. Segala y Estalella), Castellón, Editorial Libros del Plon.
- KIRK, G.S. y RAVEN, J.E. [1969]: *Los filósofos presocráticos*, Madrid, Gredos.
- LESKY, A. [1985]: *Historia de la literatura griega*, Madrid, Gredos.
- LINDBERG, D.C. [2002]: *Los inicios de la ciencia occidental*, Barcelona, Paidós.
- LONG, A.A. [2001]: *La filosofía helenística*, Madrid, Alianza Universidad.
- MARÍN ARCONES, D., *Fuentes grecolatinas en Astronomía* en <http://www.danielmarin.es/hdc/fuentes.htm>. [13-06-2008].
- La mitología griega y las constelaciones* en <http://www.danielmarin.es/hdec/mitogriega.htm>. [13-06-2008].
- NESTLÉ, W. [1987]: *Historia del espíritu griego*, Barcelona, Ariel.
- NILSSON, M. [1953]: *Historia de la religiosidad griega*, Madrid, Gredos.
- O’CONNOR, J.J., Y ROBERTSON, E.F. *Historia de la astronomía griega* (Trad. de C. Escandón Martínez) en <http://www.astroseti.org/> [10-06-2008].
- PÉREZ JIMÉNEZ, A. (ed.) [1994]: *Astronomía y astrología de los orígenes al Renacimiento*, Madrid, Ediciones Clásicas.
- RUIZ DE ELVIRA, A. [1984]: *Mitología Clásica*, Madrid, Gredos.
- TESTER, J. [1990]: *Historia de la astrología occidental*, Madrid, Siglo XXI.
- WALBANK, F.W. [1985]: *El mundo helenístico*, Madrid, Taurus.

## LA ASTRONOMÍA EN LA NAVEGACIÓN OCEÁNICA: INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA NÁUTICA

José María Pita Gutiérrez  
Departamento de Economía

“Dame un punto de apoyo y moveré el mundo”  
(Arquímedes, siglo III a.C.)

“Eppur si muove”  
(Galileo Galilei, siglo XVII)

La Astronomía Náutica es la parte de la Astronomía que permite al navegante determinar la situación (coordenadas) y la dirección (rumbo) a seguir mediante la observación de los astros.

El objeto de la navegación astronómica es obtener la posición en la superficie de la Tierra por medio de la observación de los astros, principalmente el Sol, la Luna, las estrellas y algunos planetas (Venus, Marte, Júpiter y Saturno). La técnica se fundamenta en que los astros se mueven regidos por leyes físicas, por lo que es posible calcular la posición exacta del astro observado en un instante de tiempo dado. Así, conociendo las posiciones de dos ó más astros en el cielo, y midiendo el ángulo entre éstos y el horizonte visible con un sextante, se puede determinar la posición del observador.

### NOCIONES BÁSICAS DE ASTRONOMÍA

Como hemos dicho en la presentación, la Astronomía Náutica se basa en el movimiento y observación de determinados astros. Veamos algunas de sus principales características, de interés para nuestra disciplina.

## Las estrellas

Son astros con luz propia y sin movimiento aparente por la gran distancia a la que se encuentran. Respecto a la Tierra dan la apariencia de rotación, si bien es la Tierra la que gira y da la sensación de giro de las estrellas.

Las estrellas se agrupan en el cielo en constelaciones, clasificándose por su brillo, que puede ser fijo y variable, siendo esta variación regular o irregular. Su movimiento es siempre siguiendo un paralelo de declinación, es su círculo máximo paralelo al Ecuador Celeste. Las constelaciones más usadas son Osa Mayor, Osa Menor, Casiopea, Pegaso, Orión, Escorpión y Cruz del Sur.

El zodíaco o zona de la eclíptica (órbita de la Tierra alrededor del Sol) es una franja de  $17^\circ$  de anchura alrededor de ella. En ella están comprendidas las órbitas de todos los planetas, excepto Plutón. Se divide en 12 zonas, con nombres de animales en su mayoría, que coinciden con los de las constelaciones que en cada zona se encontraban hace 2.100 años, cuando el Sol pasó frente al punto vernal de Aries. Desde entonces se ha producido un decaje de  $30^\circ$  para todas ellas, estando Piscis donde estaba Aries, que volverán al punto original al cabo de 26.000 años de haber iniciado el movimiento.

Es importante reconocer algunas estrellas y constelaciones a simple vista en el firmamento, y entre ellas:

- La Polar: es una estrella de segunda magnitud situada en el Hemisferio Norte y de gran importancia para la navegación por su proximidad al Polo Norte Celeste. Pertenece a la constelación de la Osa Menor.  
Se reconoce a partir de la Osa Mayor o Carro, prolongando 5 veces la distancia entre Dubhe y Merak, que son las estrellas que cierran el mismo y en dirección a la parte de arriba.  
Cuando la Osa Mayor está por debajo del horizonte, se reconoce a partir de Casiopea, que forma una W con sus 5 principales estrellas: si prolongamos las bisectrices de los ángulos de la W llegamos a la Polar.

- Osa Mayor o Carro: situada a unos  $35^\circ$  del polo, es circumpolar para España. Son siete estrellas, cuatro formando el carro (Dubhe, Merak, Delta o Phecda y Megrez o Gamma), y tres (Alioth, Mizark y Alkaid) la lanza del mismo, que se ve hacia la izquierda. A partir de algunas de sus estrellas, podemos reconocer otras:
  - La Polar, a partir de Dubhe y Merak.
  - Prolongando Mizark y Alioth encontramos Cástor y Pólux, de Orión.
  - Prolongando Gamma y Delta encontramos Vega y Altair.
- Orión: formada por Cástor, Pólux, Sirius, Canis Majoris, Aldebarán, Rigel, Beltegeuse y las Tres Marías.
  - Prolongando las Tres Marías: Aldebarán
- Escorpión: prolongando Scorpio y Antares está Arcturus.

## **El Sol**

Es la estrella que da nombre a nuestro sistema solar, y se encuentra a 150 millones de kilómetros de la Tierra.

El Sol describe aparentemente una órbita o eclíptica alrededor de la Tierra (en realidad es al revés) inclinada  $23^\circ 27'$  respecto del plano del ecuador (oblicuidad de la eclíptica,  $\varepsilon$ ), tardando un año trópico en recorrerla. La eclíptica corta al ecuador en dos puntos: el punto vernal ( $\gamma$ ) o de Aries, primer punto de Aries, nodo ascendente o punto equinoccial de primavera (21 de marzo), y el punto de Libra ( $\Omega$ ) o nodo descendente (23 de septiembre, equinoccio de otoño), alcanzando su punto de máxima altura aparente o declinación el 21 de junio (punto de Cáncer, solsticio de verano) y el más bajo en el punto de Capricornio (21 de diciembre, solsticio de invierno).

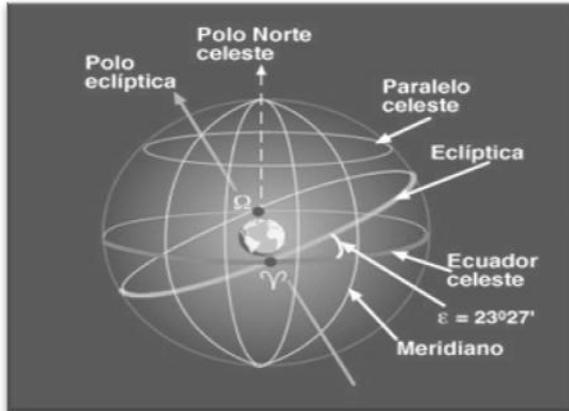


Figura 1: La eclíptica

Cuando el Sol tiene una declinación igual a la latitud del lugar, sus rayos caen perpendicularmente sobre el mismo. Esto ocurre dos veces al año para cada punto situado entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (paralelos  $23^{\circ}27'$  Norte y Sur, respectivamente). En el Ecuador esto se produce en los equinoccios y, en esa fecha, el día es igual a la noche para toda la Tierra. El resto del año el día es mayor que la noche en el hemisferio Norte cuando la declinación del Sol es positiva. En el solsticio de verano se llega a la mayor duración del día para el hemisferio Norte. En las cercanías de los polos, el día dura seis meses y la noche otro tanto.

## La Luna

Es el único satélite de la Tierra, no tiene luz propia (sólo refleja la luz solar) y un volumen de  $1/50$  de la Tierra. Su distancia a la Tierra es del orden de 375.000 kilómetros, o 60 radios terrestres.

Se usa poco en la actualidad para la navegación debido a que su cercanía da lugar a grandes errores de *paralaje*. Se llama paralaje al ángulo que forman dos visuales dirigidas desde el astro hacia la Tierra, una al centro y otra tangente a la misma. En el caso de la Luna, el paralaje es del orden de  $57''$ , siete veces mayor que el del Sol y el doble que el de Venus. El paralaje no es siempre el mismo, dependiendo de la posición relativa de los astros y sus respectivos radios.

## **Los planetas**

Para la navegación se utilizan cuatro planetas: Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Los planetas siguen las leyes de Kepler en su movimiento, que son:

1ª Ley de Kepler: la órbita de cada planeta es una elipse en uno de cuyos focos está el Sol.

2ª Ley de Kepler: los radios vectores que unen cada planeta con el Sol barren espacios iguales en tiempos iguales. Su velocidad es menor cuanto más alejados están (afelio) y mayor cuando están más próximos al Sol (perihelio).

3ª Ley de Kepler: los cuadrados de los tiempos empleados por los planetas en cumplir una revolución alrededor del Sol son proporcionales a los cubos de los ejes mayores de sus órbitas.

Todos los planetas tienen dos movimientos principales: el de rotación sobre su eje, y el de traslación alrededor del Sol describiendo una órbita en sentido Oeste a Este; si bien, debido a que la Tierra también tiene ese movimiento, la sensación óptica es que los planetas giran en sentido Este a Oeste.

## **FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA NÁUTICA**

El ángulo es la medida más utilizada por el navegante astronómico. La posición de los cuerpos celestes y las coordenadas en la superficie terrestre se puede representar por ángulos. El sextante es un instrumento que permite medir ángulos en sistema sexagesimal, esto es, en horas, minutos y segundos, de tal forma que una circunferencia mide 360 grados, y un grado son sesenta minutos. El error máximo de un sextante es de décimas de grado; por este motivo, un navegante nunca utiliza segundos de arco, ya que el sextante no es tan preciso como para poderlos apreciar.

La milla náutica es la unidad escogida para simplificar la conversión entre ángulos y distancias. Una milla náutica (1.852 metros) corresponde a un arco de un minuto sobre la superficie de la Tierra. De este modo, ángulos y distancias sobre la superficie terrestre son comparables, pero con la

siguiente salvedad: 1 minuto de arco es igual a 1 milla náutica sólo cerca del ecuador. A medida que nos alejamos del ecuador, la relación entre minuto de arco y milla náutica es inversamente proporcional a la distancia entre dicho punto y el ecuador.

Otra importante relación existe entre el tiempo y los grados de longitud: como la Tierra rota  $360^\circ$  sobre su eje en 24 horas, una hora corresponde a  $15^\circ$  de longitud, esto es, 900 millas náuticas.

Imaginemos que la Tierra está fija y es el centro del Universo, y que concéntrica a ella existe otra esfera mayor, denominada *esfera celeste*, de tal forma que los astros se encuentran “pegados” en la superficie interior de esta esfera, rotando alrededor del eje celeste, donde tanto el eje celeste como el terrestre están alineados. ¿Cómo determinar la posición relativa de dichos astros respecto de la superficie terrestre?

Para definir una posición en la superficie terrestre utilizamos un sistema de coordenadas que se representa por dos ángulos: la *latitud* y la *longitud*. La latitud es el ángulo medido a partir del ecuador en el plano Norte-Sur. La longitud es el ángulo entre el meridiano de Greenwich y la posición dada, en la dirección Oeste-Este.

Lo mismo ocurre en la esfera celeste. La medida que equivale a la latitud terrestre se llama *declinación*, y la medida equivalente a la longitud terrestre se denomina *ascensión recta*. La declinación ( $\delta$ ) mide el ángulo existente entre el Ecuador Celeste (coplanario con el terrestre) y el astro, siendo positiva si es hacia el Norte y negativa si es hacia el Sur. La ascensión recta ( $\alpha$ ) se mide a partir de un meridiano definido como aquél que pasa por el punto del equinoccio vernal ( $\gamma$ ), denominado punto de Aries.



El almanaque náutico es un libro editado anualmente por el Instituto Hidrográfico de la Marina que proporciona las efemérides náuticas del año en curso a los navegantes.

Las principales efemérides son: horario y declinación del Sol, la Luna, Aries, Marte y Venus para cada día y hora de Greenwich; declinación y arco sidéreo de las estrellas (arco de circunferencia entre dos posiciones sucesivas de un mismo astro frente a Aries); azimut y latitud por la Polar; horas de los crepúsculos (civil, náutico y astronómico); hora de paso del Sol por el meridiano superior de Greenwich; semidiámetro del Sol.

Por su parte, el sextante es un instrumento para la medición de la altura de los astros o el ángulo entre dos puntos (demoras, altura de un faro, etc.) que se basa en el principio óptico de que un rayo de luz se refleja en un espejo con un ángulo igual al de incidencia y en el mismo plano; pero si se refleja dos veces, en sendos espejos, en el mismo plano, el ángulo del rayo incidente y del reflejado es el doble que el que forman los espejos. Siguiendo este principio, con un limbo de  $60^\circ$  grados podemos medir ángulos de  $120^\circ$ .

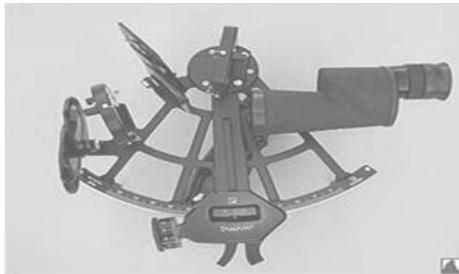


Figura 3: Sextante

¿Cómo funciona un sextante? Veamos la Figura 4: El *visor* está alineado con el *espejo pequeño*, que se fija en el cuerpo del instrumento. La mitad de ese espejo transparente. Por el sitio que transparenta el navegante visualiza el horizonte directamente. La otra parte del espejo pequeño es la que nos refleja la imagen que ve del grande, que es la del astro u objeto observado. Este *espejo grande* es móvil y se inclina mediante la *alidada*. Moviéndola, se cambia el ángulo entre los dos espejos. La altura del astro

se lee sobre el *limbo*. Un *tambor* permite afinar la medición. Los grados enteros se leen sobre el limbo y los minutos sobre el tambor micrométrico.

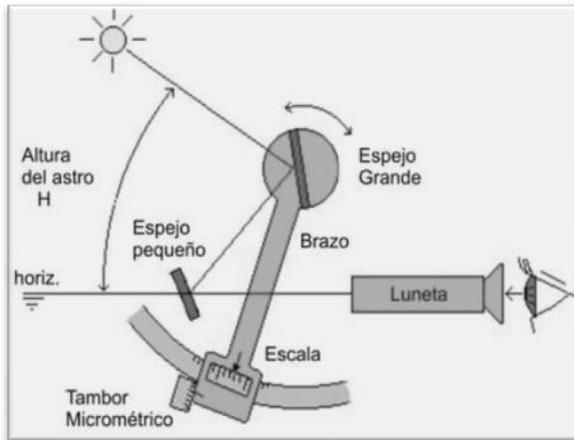


Figura 4: Esquema de un sextante

## ¿CÓMO DETERMINAR LA POSICIÓN MEDIANTE LAS ESTRELLAS?

Supongamos una recta que une el centro de la Tierra con el centro del astro observado; el punto en donde la recta corta la superficie terrestre se denomina *posición geográfica* del astro. Un observador situado en la posición geográfica de una estrella se encontrará directamente bajo la vertical de la misma, viéndola por tanto exactamente sobre su cabeza.

Al encontrarse los dos ecuadores (celeste y terrestre) en el mismo plano, la latitud de la posición geográfica es igual a la declinación del astro. La longitud de la posición geográfica se denomina *ángulo horario del Sol en Greenwich*.

Otro punto importante es el *cenit*, que es el punto de la esfera celeste que se encuentra en la vertical del navegante. La recta que une el cenit y el centro de la Tierra atraviesa la superficie terrestre justo en el punto exacto donde se encuentra el navegante, siendo el punto que queremos determinar.

Los astros se encuentran a gran distancia de nuestro planeta, por lo que los rayos luminosos que llegan a la Tierra son prácticamente paralelos. Así, podemos afirmar que la *distancia cenital* –definida como la distancia entre la posición geográfica del astro y el cenit del observador- medida en ángulo es igual al ángulo observado por el navegante entre la vertical y el astro. Por otra parte, el ángulo que forma la distancia cenital con el Norte verdadero se denomina *azimut* del astro, y representa la dirección hacia la que se encuentra la posición geográfica del astro.

Resulta muy complejo determinar la distancia cenital con precisión, ya que es difícil encontrar la dirección vertical exacta sobre el punto en medio del cielo. Sin embargo, es mucho más fácil medir el ángulo que hace el astro con el horizonte, denominada *altura* del astro. Ésta se mide con un sextante sobre el plano vertical, midiendo el ángulo entre el horizonte y el astro. Así, por ser ángulos complementarios, calculamos la distancia cenital como la diferencia entre  $90^\circ$  y la altura medida del astro.

De todas formas, aún teniendo calculadas la distancia cenital y la posición geográfica del astro, no podemos determinar suficientemente nuestra posición. Con estos datos sólo podemos afirmar que nuestra posición se encuentra en un círculo de centro la posición geográfica, y cuyo radio es igual a la distancia cenital: este círculo se denomina *círculo de posición*.

Un observador situado sobre el círculo de posición verá el astro a la misma altura, pero con un azimut distinto al que nosotros calculamos. Por lo tanto, la forma de conocer nuestra posición exacta es dibujar dos círculos ó más, para dos ó más objetos celestes, y ver dónde se cruzan. El inconveniente de este método es que deberíamos utilizar cartas náuticas gigantes. La forma de evitar el problema es estimando nuestra posición porque, a partir de esta posición estimada podemos calcular una altura para un astro observado y para una hora dada, utilizando las *efemérides náuticas*.

Si comparamos la altura calculada con la altura observada –medida con el sextante-, la diferencia obtenida representa el error entre la posición estimada y la posición real, llamada *intercepto*. El intercepto puede trazarse hacia el astro o en sentido opuesto.



Existen varios procedimientos de aplicación de este concepto, si bien el que se usa generalmente es sólo uno de ellos, la tangente Marcq Saint-Hilaire.

- **Secante Summer:** sobre una situación de estima tomamos dos posiciones de latitud distinta ( $l$  y  $l'$ ), simétricas a la de estima (sumamos y restamos el mismo error a la estimada) y calculamos su posición en función de la altura del astro. Trazamos una recta que une los dos puntos obtenidos. Repetimos el proceso con otro astro, y la intersección de las dos rectas será la posición del observador. Su determinante son los dos puntos que definen la recta.
- **Secante Borda:** igual al anterior, pero la variación la aplicamos a la longitud.
- **Tangente Johnson:** usa una fórmula para calcular la longitud hallando el horario local del astro con la altura verdadera, la latitud estimada y la declinación. Obtenemos la longitud restando del dato obtenido el horario del astro en Greenwich. La posición vendrá dada por dicha longitud y la latitud de estima. Se observa mejor con astros de azimut próximo a  $90^\circ$ .
- **Tangente Marcq Saint-Hilaire:** este es el método más ampliamente usado. Consiste en ajustar la situación de estima desplazándose de la misma por la vertical del astro que pasa por dicha situación (azimut) en una distancia que nos ponga en el círculo de alturas del astro. La nueva posición hallada es el *punto aproximado*. El determinante de la tangente Marcq Saint-Hilaire es la situación de estima, el azimut del astro y la diferencia con signo entre la altura verdadera y la estimada.

La recta de altura es el lugar geométrico obtenido de la observación de un astro al colocar sobre su azimut la diferencia de alturas verdadera (medida con el sextante) y la estimada (por cálculo). Es conveniente trabajar siempre una tangente Marcq, ya que con ella se obtiene el punto aproximado  $D$  que, a falta de otra recta de altura, es el que ofrece mayores

garantías de la situación del barco. Una recta de altura se puede combinar con una demora radiogoniométrica (ángulo horizontal formado entre la línea de crujía – de proa a popa- y la dirección a un radiofaro para un observador situado sobre dicha línea de crujía).

Si suponemos trazada una recta de altura con sus correspondientes azimut y diferencia de alturas, y trazamos a cada lado de la misma recta paralelas que distan de ella el error previsto (error instrumental, error en la altura del observador, error por oleaje, grandes balances y vibraciones) y, a su vez, se ha trazado el círculo de incertidumbre de la estima debido a errores en distancia y en el rumbo, se habrá obtenido una superficie de incertidumbre que, anteriormente, era de un círculo y, ahora, ha quedado definida por las secantes al círculo de incertidumbre. Con esta superficie de incertidumbre podemos aprovechar, sin cometer grandes errores, efectuar una recalada, determinar la distancia a la costa, navegar entre bajos no balizados, calcular el error en la distancia navegada, calcular el error en el rumbo y como resguardo de seguridad. Un ejemplo típico y, a la vez, sorprendente de utilización de la recta de altura es su empleo para la recalada a un punto de la costa según el *método de la secante de Summer* (descubridor de la recta de altura): si se quiere recalarse a un faro F, por él se traza una paralela a la recta de altura hallada. A partir del punto aproximado D navegamos al rumbo más conveniente, recorriendo la distancia  $DD'$ . Una vez en  $D'$  se cambia el rumbo adoptando el que sigue la dirección  $D'F$ , esto es, la dirección de la recta de altura. Vigilando por la proa, al cabo de un tiempo veremos en dirección de la misma el citado faro.

A partir de la medida de la altura de un astro en un instante y de nuestra posición estimada, trazamos en la carta náutica una recta de altura. Sabemos que nuestra posición real está en algún punto a lo largo de esta recta. Para determinar el punto exacto, debemos trazar una segunda recta de altura obtenida de modo análogo para otro astro. El cruce de estas dos rectas será nuestra posición real o *posición astronómica*.

Normalmente, repetiremos el procedimiento para un tercer astro, obteniendo otra recta de altura con la que asegurarnos los resultados. Dada la imprecisión inherente a las medidas efectuadas con el sextante, probablemente las tres rectas de altura no se crucen en un mismo punto, formando un pequeño triángulo. En este caso, nuestra posición geográfica

se encontrará en algún punto de este triángulo, de tal forma que cuanto menor sea este triángulo, más preciso será el cálculo. Así, daremos por válido que nuestra posición astronómica está en el centro de dicho triángulo.

Por lo tanto, la determinación gráfica de la posición astronómica se hará trazando las rectas de altura correspondientes sobre una carta náutica (proyección Mercator) de la siguiente forma:

- 1) Trazamos su posición estimada
- 2) Con la ayuda de la recta paralela, trazamos una recta que pase por la posición estimada en dirección al azimut del astro
- 3) Con el compás marcamos sobre la recta el error Delta de la posición estimada, en dirección al azimut del astro o en dirección contraria según nos indique el signo del Delta calculado
- 4) Trazamos por dicho punto la recta de altura perpendicular al azimut.

Las cartas náuticas detalladas sólo están disponibles para las zonas costeras. Para la navegación oceánica no disponemos de cartas con la escala adecuada en donde podamos trazar rectas de altura para determinar la posición astronómica. Para ello utilizamos hojas de cálculo especializadas (por ejemplo, Navegador Light) o bien papel milimetrado.

Sin embargo, los trazos en el papel milimetrado nos exigen algunos cálculos extras. Como ya hemos dicho anteriormente, un minuto de longitud es igual a una milla náutica en el ecuador. Como los meridianos convergen en dirección a los polos, los minutos de longitud van disminuyendo en distancia a medida que nos alejamos del ecuador. De este modo, si a una celdilla le damos el valor de una milla, debemos convertir las distancias horizontales en minutos aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Minutos de longitud} = \frac{\text{Millas horizontales}}{\cos(\text{latitud})}$$

Si, por el contrario, utilizamos hojas de cálculo de rectas de altura, éstas disponen de una escala gráfica para la conversión de millas en minutos de longitud.

Si utilizamos el Navegador Light, es el propio programa el que determina la intersección de las rectas de altura y calcula la posición algebraicamente sin ninguna necesidad de dibujar o trazar rectas. Un mapa simplificado se visualiza en pantalla, en el que se muestran paralelos, meridianos, rectas de altura así como la posición astronómica o punto astro.

Para finalizar, veamos el tipo de problema que más se trabaja en Astronomía Náutica, pues es el que se emplea para obtener la situación astronómica.

Dadas las coordenadas horarias de una posición (horario del lugar, declinación y latitud), queremos calcular la altura y el azimut.

Calcular el azimut es muy fácil ya que en el “Almanaque Náutico para uso de los navegantes” existe una tabla que, entrando con la latitud y con el horario del lugar de Aries, da el valor del azimut a la décima de grado, con signo positivo (Norte al Este) o negativo (Norte al Oeste).

Respecto al cálculo de la altura, muchas tablas de navegación (ver Bibliografía) resuelven el problema descomponiendo el triángulo de posición en dos rectángulos por medio de un perpendicular (altura de un triángulo).

Supongamos que conocemos las coordenadas horarias (horario del lugar y declinación). En el triángulo de posición conocemos dos lados (declinación y latitud) y el ángulo comprendido (ángulo en el polo).

La declinación la tomamos del “Almanaque Náutico para uso de los navegantes” a la hora de la observación.

La latitud es la llamada estimada (estimamos que tenemos a bordo) pues, aunque no sea exacta, veremos que no influye para obtener nuestra situación.

El ángulo en el polo (P) se deduce de la siguiente forma:

1. En el Almanaque Náutico se toma el horario de Greenwich del astro (hG) a la hora de la observación.

2. Conocemos la longitud estimada (L) que, aunque sea errónea, no afecta a la situación astronómica.
3. Con hG y L obtenemos el horario del lugar (hL):  
 $hL = hG - L$  (L positivas hacia el Oeste; L negativas hacia el Este)
4. El horario del lugar se pasa a ángulo en el polo (P), donde si hL es menor de  $180^\circ$   $P(\text{Oeste}) = hL$ , y si hL es mayor de  $180^\circ$   $P(\text{Este}) = 360^\circ - hL$ .
5. Con estos datos, calculamos la altura estimada con la fórmula:  
 $\text{Sen } a = \text{sen } l * \text{sen } d + \text{cos } l * \text{cos } d * \text{cos } P$   
(l = latitud, d = declinación, P = ángulo en el polo)  
El signo resultante, sen a, debe ser positivo para que la altura sea positiva y el astro esté sobre el horizonte (una altura negativa indica que el astro no es visible).
6. Conocido sen a, entramos en las tablas náuticas en la columna del seno y obtendremos la altura.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- BARBUDO DUARTE, E.; GARCÍA DE PAREDES Y CASTRO, J. [2000]: *Tablas útiles al navegante*. Madrid, Ediciones Fragata, 6ª ed.
- BARBUDO ESCOBAR, I. [2006]: *Tablas del Navegante*. Madrid, Ediciones Fragata.
- CASTELLÓ MORA, F. [1995]: *Astronomía náutica y navegación*. Tomo I: 5ª ed.; Tomo II: 3ª ed. De 1993/1995. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Centro de Publicaciones.
- FRANOLIC, P.; VISEKRUNA, Z. [1997]: *Introducción a la navegación astronómica*. Madrid, Alianza Editorial. 1ª edición española, traducido del inglés, original en serbio-croata.
- MEDEROS MARTÍN, L. [2007]: *Navegación astronómica*. Madrid, Editorial Noray.
- MORENO RODRÍGUEZ, F. [2004]: *Astronomía, navegación y cálculo náuticos: con 200 problemas resueltos y explicados, algunos de examen para capitán de yate*. Barcelona, Editorial Sepha. 3ª ed.
- MOREU CURBERA, J.M. [1977]: *Astronomía náutica y navegación*. Madrid, Editorial Librería San José, 5ª ed.
- REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA [2008]: *Almanaque Náutico 2009*. San Fernando, Ministerio de Defensa. Centro de Publicaciones.

## LITERATURA Y ASTRONOMÍA EN CASTILLA-LA MANCHA.

Ángel Romera Valero

Departamento de Lengua Castellana y Literatura

Extraños y profundos / son, Tirsi, de los cielos los  
secretos; / mil leguas yerra un hombre en dos segundos.  
(*Farmaceutria*, Lope de Vega)

Hay más cosas en el cielo (y en la tierra, Horacio), que  
todas las que pueda soñar tu filosofía (*Hamlet*, W. Shakespeare)

Las estrellas han dado mucho campo a la ensoñación poética, incluso como tema monográfico para el griego Arato o los latinos Manilio y Cayo Julio Higino, cuyas obras merecerían más curso y lectura que la que han, pues andan a trasmano y en plúteos ignorados, incluso sin conversión a castellano. El propósito que me acucia es empero modestísimo: apuntar algunas de las relaciones que Literatura y Astronomía han mantenido en las Manchas Alta y Baja hasta fines del XIX, pues un examen más extenso requeriría un tiempo y un pormenor que no abona el ejercicio de la cruel enseñanza. Entre las figuras que voy a mediodesenterrar se verá abundan los eclesiásticos, judíos rabinos o cristianos presbíteros, hasta que la cultura se secularizó (algo) en el antepasado siglo XIX; entonces pudo verse que quienes se inclinaron a astronomizar fueron por el contrario, o por contra, como se dice, oscuros marinos o matemáticos.

No ha sido aquí mi propósito explorar la esfera, para mí más gratificante, de los poetas que emplearon su insomnio en estudiar las estrellas en nuestra tierra: fray Luis de León,<sup>1</sup> Balbuena, Quevedo... o de quienes se acercaron ocasionalmente al tema, como Cervantes en algunos

---

<sup>1</sup> En la *Oda a Felipe Ruiz* (y en otras ocasionalmente) fray Luis de León se pregunta nada menos que por las causas de la estratigrafía de la tierra, de los terremotos, de los tsunamis, de los vientos, de las mareas, de las aguas subterráneas, de las estaciones y el ciclo hídrico, de las nubes, de los fenómenos eléctricos de la atmósfera, de los tornados, de los movimientos de los astros, de la precesión de la tierra, de la luz solar.

pasajes del *Quijote* y del *Persiles*. Tampoco finca aquí el muy atractivo impulso de elucidar tópicos literarios como el del hombre microcosmos, esbozado ya por Francisco Rico, el del Universo como segunda obra de Dios junto a la Biblia, o el fundamento racionalista del entendimiento del universo que se encuentra el famoso pasaje de *Sabiduría* XI, 20, que encuentro citado por todos los astrónomos católicos para defenderse de las presiones de la Inquisición, incluido nuestro Lorenzo Hervás y Panduro. Me limito a buscar figuras más oscuras o en penumbra, que merecen mayor atención de la que se les ha prestado, para mostrar la riqueza de nuestra tradición científica y literaria, unidas en un todo.

## HEBREOS ESTRELLEROS

El cordobés Azarquiel, considerado el mayor astrónomo del mundo árabe, y cuya memoria perpetúa el nombre de un cráter lunar, vivió en la taifa de Toledo entre 1061 y 1081. Elaboró tablas astronómicas y diseñó un astrolabio y algunos aparatos nuevos importantísimos para la navegación, como la *zarcalia* y la *azafea*,<sup>2</sup> de la cual hizo dos diseños diferentes. Expuso nuevas teorías astronómicas sobre las estrellas fijas y defendió el movimiento elíptico de los planetas enfrentándose nada menos que a la autoridad del *Almagesto* de Ptolomeo, pero a sus contemporáneos no se les pasó siquiera por la imaginación discutir una doctrina tan contraria a la del prestigioso sabio helenístico. La utilidad de sus invenciones y cálculos hizo, sin embargo, que Alfonso X y sus astrónomos emplearan algunas de sus obras, como el *Libro del horizonte universal*, la *Azafea* y las *Reglas para construir un astrolabio universal para las órbitas de los siete planetas*.<sup>3</sup> No tiene mucha importancia Yehudah ben Selomoh ha-Kohen ibn Matqah, que nació en Toledo hacia 1212, ya que no es un innovador; lo evoco por su breve introducción a la Astrología, *Hebel nebi'im*, conservada manuscrita, y por la gran enciclopedia de ciencias que tradujo en Italia al hebreo.

---

<sup>2</sup> El *astrolabio universal*, *azafea* o *al safiha*, invento de Azarquiel y aportación de la tecnología andalusí, es una variedad del astrolabio que permitía que el observador no necesitara encontrarse en un lugar determinado para desarrollar los cálculos astronómicos: podía ser usado en cualquier latitud terrestre, lo que lo convertía en un instrumento ideal para la navegación.

<sup>3</sup> Cf. Ángel González Palencia [1928], p. 263 y sobre todo Ángel Sáenz-Badillos y J. Tagarona, *op. cit.*, p. 115 y 116 y este primero, *op. cit.* p. 202 y ss.

El arzobispo don Raimundo de Toledo mandó traducir numerosas obras, entre otras materias, sobre astronomía y astrología, a un judío cuya polémica identidad y biografía han hecho correr ríos de tinta, el tal (Johannes) Avendauth, también conocido como Johannes Hispanus (o Hispalensis), pero que es más probablemente Yohanan (o Selomoh) ibn Daud, y no quizá el famoso Abraham ibn Daud que hubiera venido a Toledo, donde hipotéticamente habría fallecido. Sea quien fuere, colaboró con el joven arcediano cristiano Domingo Gundisalvo en traducir obras astronómicas y escritos apocalípticos y traducciones de Aristóteles que causaron mucho ruido en Europa y trabajó en Toledo entre los años 1135 y 1153; nos dejó el *Liber Algoarismi*, o *Libro de los guarismos*, del gran matemático persa Al-Khuwarismi, que divulgó el sistema numérico y decimal indio con el ingenioso invento del cero, desconocido en las civilizaciones griega y romana, y *Al-Mudkhal-ila-ilm-hayat-al-aflak*, o *Compendio de Astronomía*, también conocido como *Jawami* o *Elementos*.

Bajo la protección de don Raimundo trabajó Gerardo de Cremona. (Cremona, 1144 - ¿Toledo?, 1187) que, desde un original árabe tradujo nuevamente al latín en 1175 el *Almagesto* (*Kitab al-Medjisti*) de Tolomeo reintroduciéndolo en la tradición científica europea; igualmente, Adelardo de Bath (¿1116? - ¿1142?) tradujo una *Introducción a la astronomía* del árabe, al parecer del heliocéntrico al-Falaki o Albumasar, el *Kitab al-mudkhal al-kabir ila 'ilm ahkam an-nujjum*, escrita en Bagdad en el año 848 del nacimiento de Cristo, y un tratado sobre el astrolabio.

Por supuesto, no discurriré aquí mucho sobre las obras astronómicas promovidas por nuestro sabio rey don Alfonso, décimo de su nombre, de quien escribió el poeta toledano hispanojudío Todros ben Yehudah ha-Levi, que tan impresionante visión nos ha dejado de esos tiempos en su *Diwan*,<sup>4</sup> estos hermosos números:

Estrellas son los reyes: sólo él es el Sol  
que nunca eclipsa ni se cubre de nubes  
ni noche concibe ni abrasa de calor:  
alumbra siempre y cual nube todo llueve.

---

<sup>4</sup> Cf. J. M. Millás Vallicrosa [1973], p. 176

Resumiré lo que sobre él escribió otro manchego, Ángel González Palencia, de nefasta memoria por su obra política,<sup>5</sup> pero buen arabista, que es lo que importa a mi propósito,<sup>6</sup> actualizado por la bibliografía más reciente sobre estos temas que he podido encontrar. Los *Libros del saber de la astronomía*, contienen tres títulos distintos que reúnen (*ayuntan*) otras diversas obras:

- a) *Los cuatro libros de las estrellas de la ochava esfera*, un catálogo de estrellas que viene a ser un arreglo o traducción libre por Yehúda Ben Moshé Cohen y Guillén Arremón d'Aspa.
- b) Los *Libros alfonsíes de los estrumentos et de las huebras del saber de Astronomía*, que se refieren a la construcción y manejo de los instrumentos astronómicos globo celeste, esfera armillar, astrolabios, lámina universal, *açafeha* (obra de Azarquiel), relojes etcétera,
- c) El *Libro de las tablas alfonsíes*, que es un estudio del calendario y ofrece el resultado de miles de observaciones hechas en el castillo de San Servando, realizada al parecer por Isaac Ben Sid y Yehúda Ben Moshé Cohen.<sup>7</sup>

En todos estos libros intervinieron, además de los referidos, los rabinos Yehudá Bemoseh Bemosca<sup>8</sup> y Zag de Toledo,<sup>9</sup> así como Juan de

---

<sup>5</sup> Quien desee saber más de él que lea mi *Historia de la literatura manchega del siglo XIX*, un borrador de la cual se encuentra en mi portal de Internet.

<sup>6</sup> González Palencia, *op. cit.*, pp. 306-308.

<sup>7</sup> Las *Tablas* de Alfonso X el Sabio, más conocidas en su momento como *Tablas alfonsinas*, fueron elaboradas con la intención de sustituir a las llamadas *Tablas toledanas*, que habían sido calculadas en el siglo XI por Azarquiel (1029-1087). Fueron muy utilizadas por los navegantes europeos de los siglos XV y XVI, como prueban las numerosas ediciones de que fueron objeto (1483, 1487, 1488, 1492, 1517, 1524, 1545, 1553).

<sup>8</sup> O Yhuda Mosca, como prefiere nombrarlo Sáenz-Badillos (*op. cit.* p. 204). Fue un médico muy versado en astronomía y en las lenguas árabe y latina, y uno de los más estrechos colaboradores del rey en la traducción; de Abenragel vertió la obra astrológica *Libro complido de los juicios de las estrellas*, finalizado en 1254 (ms. 3605 de la BN, aunque solo contiene cinco de los ocho libros de que constaba la obra completa); también tradujo al castellano el *Libro de la ochava esfera* en colaboración con Guillén Arremón Daspa obra acabada en 1256. A partir de ese mismo año, en colaboración con el rabí Isaac ben Sid (el Rabiçag de las fuentes cristianas), trabajó en la composición de las Tablas alfonsíes, que compiló y redactó finalmente en 1277. En 1259, junto con Juan de Aspa, tradujo el *Libro del alcora* —de Qusta ibn Luqa—, y el *Libro de las cruces*, de Abu Said Ubayd-Alla. A partir de la década de 1260 su labor se

Aspa, Fernando de Toledo, Gil de Tebaldos y Pedro del Real, el rabí don Abraham Haleví, el maestre Bernaldo el Arábigo y el clérigo Garcí Pérez. Muchos libros son traducciones de Azarquiel, de Maslama de Madrid, de Costa Benluca, de Alí Benjálaf (astrónomo de Almamún de Toledo), etcétera. El propio médico del rey, el judío Abraham de Toledo o Ahabram el Alfaquín intervino al menos en la traducción del *Liber de mundo et coelo* de Al-Haitham y la *Açafeha* de Azarquiel. En 1277 tradujo el *Astrolabio* de Zakali, lo que sirvió de base para la versión latina e italiana.<sup>10</sup>

La obra astronómica auspiciada por el rey castellano fue fundamental para la ciencia de la Edad Media europea, y por eso fue reconocida cuando se impuso su nombre a uno de los cuatro cráteres más grandes de la Luna; la tecnología le debe asimismo la construcción y perfeccionamiento de numerosos instrumentos de observación y el manual para confeccionarlos.

El judío Yishaq ben Yisra'el o Yisra'eli era de familia toledana y un astrónomo notable. Su obra principal en este campo fue *Yesod'olam* (impreso en Berlín en 1777, en 1846 etcétera) Fue elaborado y concluido den 1310 para el nuevo rabino de Toledo, Aser ben Yehi'el, venido de Alemania e inexperto en estos temas, que deseaba dominar. Trata problemas matemáticos y astronómicos, e incluye unas tablas y referencias al calendario. Su hijo Yosef ben Yishaq ben Yisra'el nació y vivió en Toledo, donde probablemente falleció en 1331; redactó en árabe un epítome del escrito de su padre, aunque murió antes de componer el último capítulo de

---

intensifica, trabajando paralelamente en diversas obras, como la traducción de la versión definitiva del *Libro de la azafea*, del *Libro del astrolabio redondo*, del *Libro del ataqir*, de la *Lámina universal* y del *Libro del cuadrante para rectificar*. Su nombre e identificación han sido objeto de frecuentes debates.

<sup>9</sup> Según Sáenz-Badillos y Targarona (*op. cit.* p. 170), parece ser Yishaq Ibn Sa'id, llamado también Ben Sid o Cid, un astrónomo que vive en Toledo y es también cantor de la sinagoga. Autores medievales cuentan de él que sabía fabricar relojes e instrumentos de observación astronómica. El rey le encargó que, al frente de un grupo de expertos, preparara las *Tablas alfonsinas* (aprovechando tablas existentes además sus propias observaciones sobre los movimientos de los astros) y, probablemente, que tradujera del árabe al español varios tratados astronómicos incluidos más tarde en los *Libros del saber de astronomía*. Su nombre aparece en los prólogos de *Del astrolabio redondo*, *Lámina universal*, *Libro de las armellas*, *Del cuadrante*, *Piedra de la sombra*, *Libro del relojio del aqua* y *Libro del estrumiento del levamiento*.

<sup>10</sup> Ángel Sáenz-Badillos y Judit Targarona Borrás [1988], p. 21.

la obra, de la que se conserva sólo la traducción hebrea. Se tiene constancia también de Semuel ibn Waqar, médico y astrónomo de Toledo en la corte de Alfonso XI que arrendó la acuñación de moneda ganándose muchos enemigos, pero no se conservan escritos astronómicos suyos, aunque utiliza elementos astronómicos en lo que le interesaba realmente, la cábala.<sup>11</sup>

El muy erudito y con fama de hombre dado a todos los diablos Enrique de Villena (Torralba de Cuenca, 1384 - Madrid, 1434) escribió un *Tratado de Astrología* que fue copiado en Segovia en 1428 por su secretario Andrés Rodríguez. Se divide en dos partes:

En la primera trataré de los helementos en general e de cada uno en speçial. Et en la segunda parte trataré de todos los cuerpos spéricos según sus movimientos.

Y en efecto sigue con rigor este propósito sin separarse de él, como haría un escolástico. Don Enrique trata de librar a la Astrología de la mala fama que le han dado los teólogos, defendiendo que hay una parte en ella que es científica y no sometida a dudas de fe:

[*La Astrología*] devezdes saber que está ordenada en dos palabras griegas que quieren dezir en nuestra lengua sciencia de las strellas. [...] Se parte en dos partes, conviene saber, en astrología, que trata del movimiento de todos los çielos, juzgando los temporales antes que vengan; et de aquésta non es duda. La otra es de elecçiones; et aquésta es más sutil e mala de aver. Et sobre aquésta es opinión si la podemos usar sin pecado o non. Et por aquesta parte son conoçidos los nascimientos de los omnes e los morbos epidimios, guerras e muertes de los reyes, e otras muchas cosas, según la sciencia lo espone, lo cual repruevan algunos doctores de sancta Iglesia.

Algunos, sin embargo, entienden que la Astrología influye en el cuerpo humano, pero no en su libre albedrío, voluntad y destino:

Segúnt astrología, el cuerpo del omne toma condiçión en costumbres e complexiones de los siete planetas e doze signos e toma spíritu vital del

---

<sup>11</sup> Ángel Sáenz-Badillos [1991], p. 226

andén del firmamento, que es la ochava spera, e tomó saber de sciencia del bien e del mal del nuestro Señor Dios.

La segunda parte del libro trata sobre los movimientos de los siete planetas entonces conocidos: el Sol, la Luna, Marte, Venus, Mercurio, Júpiter y Saturno, que giran en torno a la Tierra. Lo que hay por debajo de la esfera lunar es lo *natural* y sometido a corrupción; lo que hay por encima, lo *sobrenatural* y no sometido a corrupción (esta idea pasará una gran crisis en el Renacimiento con el descubrimiento de las *stellae novae* o nuevas estrellas). Enrique de Villena usa el *Almagesto* de Ptolomeo (que escribe *Almagesti*), Aristóteles, la obra de Abumasar y Messealat, el *De curso planetarum* y el *De iudiciis* de Azael Amembriz de Israel, un tal Guillermo, el *Libro de los eclipses* de Alfragano y el *Micrologo* de Johannes; cita los *Fastos* de Ovidio y la *Farsalia* de Lucano, así como las *Tablas alfonsinas*. En su esfuerzo por explicar los difíciles conceptos muestra algunas imágenes que sus contemporáneos podían comprender:

El verdadero andén de los planetas es en el rostro del su epícículo, ansí como la rueda se mueve por el rostro del rodezno del molino.

Aparecen términos que alcanzarán fortuna, como *galachia* (galaxia) y otros tecnicismos que perderán o cambiarán su significado como, *argumento*, *cuadra*, *influencia*, *andén*, o desaparecerán simplemente, como *axe*, *ladez*,<sup>12</sup> *epicículo* por epiciclo o *entretajamiento*.<sup>13</sup> La sintaxis es la habitual del siglo XV, imitadora del latín con sus participios de presente e infinitivos sin conjugar: “Cuando la luna fuere de treinta días o comenzante la luna ser de treinta días”.

## RELOJEROS A TIEMPO PERDIDO

Pablo de Mera, soldado, cronógrafo y astrólogo español del siglo XVI, fue natural y vecino de Torralba de Calatrava, provincia de Ciudad Real. Era caballero calatravo y protegido del maestro Jerónimo Martínez, secretario de don Francisco Sandoval y Rojas, marqués de Denia y Duque

---

<sup>12</sup> Ladez es la *latitudo* “de la planeta, el arredramiento e apartamiento que faze del camino e vía del sol”.

<sup>13</sup> Entretajamiento es la “cortadura primera que faze el çerco de la luna con el çerco del sol” y por extensión cualquier cortadura entre cercos.

de Lerma, poderoso favorito de Felipe III y natural como él de Torralba de Calatrava. Entró al servicio del Duque de Lerma y combatió la insurrección de los moriscos bajo las órdenes del Marqués de los Vélez. Al terminar la guerra se retiró a sus posesiones y se dedicó a cultivar sus tierras, casándose con Lucía López. A mí, y supongo que a algunos más, nos interesa porque a fines del siglo XVI escribió un *Tratado del cómputo general de los tiempos, conforme a la nueva reformación, necessario para los Eclesiásticos y Seglares. Con cien tablas centésimas y la restauración del Áureo número, con otras tablas, y cuentas curiosas a ello tocantes. Ahora nuevo...* Madrid, 1614.

Dio ocasión a este libro la corrección del calendario que hizo el papa Gregorio XIII en 1582, y se valió en él de los profundos conocimientos y consejo de su amigo y maestro Jerónimo Martínez, a quien nombra en el prólogo del libro. Divide su trabajo en 185 artículos y trata en ellos del tiempo y de su división en la Edad Antigua y en la Moderna con las diversas religiones y culturas; explica el año eclesiástico, la constitución de los cielos, los astros principales que se manifiestan a nuestra vista y observación, así como los signos del Zodiaco, los eclipses y la pronosticación del tiempo, concluyendo y poniendo fin a su trabajo con un docto artículo en el que trata *De los engaños que hay en el mundo y lo que dél se siente*. Muestra no vulgar erudición y anticipa algunas teorías geológicas posteriores, analizando algunos problemas astronómicos. La parte más floja es la que se refiere a la Astrología y a la predicción del tiempo, todo según opinión de don Inocente Hervás,<sup>14</sup> con quien no estoy de acuerdo, pues animado de no cortas esperanzas fui a leer la obra en la Biblioteca Nacional y me llevé grande chasco; sin ser una obra inútil, es harto mediocre y no considera siquiera el sistema copernicano. Más interés poseen algunas de sus observaciones sobre la representación artística de los astros (el hecho, por ejemplo, de que a la Luna se le ponga con un ojo más pequeño que otro, etcétera).

Fray Miguel Quirós o de Quirós nació en Campo de Criptana en una fecha no precisada del siglo XVII. Tomó el hábito de San Bernardo en el Monasterio de Santa María de Huerta, provincia de Soria, y fue abad de Junquera y visitador general de la Orden Cisterciense. Imprimió un *Super*

---

<sup>14</sup> I. Hervás y Buendía [1899], pp. 563-564.

*Himnum Animae Propheate in laudem Johannis Baptistae* (Santiago, 1644) y se conservaban de su mano diversos opúsculos y tratados matemáticos manuscritos e inéditos en la bien nutrida biblioteca del Monasterio de Huerta hasta la Desamortización; entre otros títulos, según Antonio Dionisio Muñiz (*Biblioteca cisterciense española*, Burgos, 1793, p. 270 y ss.), figuraba un *Arte gnomónica para fabricar todo género de relojes de sol*; unas *Noticias de Aritmética* y un *Tratado muy copioso de resoluciones de muchas dudas curiosas tocantes a números quebrados*. También *Epigrammata sacroprofana*; *De los linajes y apellidos de los más de los títulos y grandes de España*; *Árbol genealógico de los reyes de Portugal y Genealogía de la casa de los Duques de Medinaceli*.<sup>15</sup> Al parecer, y de acuerdo con los tiempos que corrían entonces, se le estimó más como genealogista que como matemático y astrónomo.

Ocupado en editar las *Obras* de Carlos de Praves cuyo manuscrito localicé en el Ministerio de Asuntos Exteriores de Madrid, me topé en ellas con un curioso personaje, el griego Abel Messi, intérprete de lenguas, a quien luego volví a ver por casualidad en el *Repertorio de Impresos Perdidos e Imaginarios*, Madrid: Ministerio de Cultura, 1982, como traductor del *Pronostico de un Turco Muy Sabio y Grandissimo Astrologo, Que se llamava Baba Vali, de Qve Ay mvchas opiniones que Myrio Christiano, hallado en un libro, escrito en lengua turca, que trata de diferentes historias, escrito el año 1012 de la venida de Mahoma, que corresponde el de 1604 de nuestra redencion*. Madrid: Antonio de la Fuente, 1689. Hice diversas averiguaciones, por las que vine a saber que el tal Messi, que debía trabajar como intérprete para el Marqués de Santa Cruz, andaba en Ceuta en 1690, porque se le menciona en una curiosa carta de un francés ese año; el caso es que ya había fallecido en 1712, cuando su viuda Petronila Estrada vino a casarse a Valdepeñas con el médico Felipe Clemente, amigo de Carlos de Praves, por lo cual éste les compuso un epitafio. Por cierto que Juan del Campo Muñoz cita un documento donde aparece este personaje sin sospechar quién es en su Viso del Marqués: (apuntes para una historia). Ciudad Real: Imprenta Provincial, 1998; también aparecen datos sobre él en Tomás García Figueras y Carlos Rodríguez Joulia Saint-Cyr, *Larache: Datos para su historia en el siglo*

---

<sup>15</sup> He completado aquí las pocas noticias de Inocente Hervás, *op. cit.*, t. I.

XVII (Madrid: Instituto de Estudios Africanos, CSIC, 1973, p. 320). Si algún día aparece el folleto de ocho páginas podríamos saber algo más de él.

El presbítero Vicente Asensio Sáez, nacido en Fuentelaencina, provincia de Guadalajara, en 1729, fue un hábil constructor de instrumentos astronómicos. En el Museo Naval, con el número 1363, puede admirarse un telescopio para observación de estrellas tipo *Gregory*, construido por él en Madrid en 1787 usando como material latón. Posee una longitud de 97 centímetros y un diámetro de 87, con seis pulgadas de objetivo y una longitud de una vara. Está provisto de un pequeño antejo de refracción, al que se denomina *buscador*, porque su eje óptico es paralelo al del instrumento principal, y tiene mucho campo para facilitar la puntería del objeto que se desea observar. El objetivo es un espejo parabólico, libre del defecto de aberración cromática y esférica para los rayos que inciden paralelos al eje. Está montado sobre un robusto perno de latón terminado en trípode. Presenta dos sencillos juegos de engranajes, con sus correspondientes mordazas, por lo que es susceptible de ser movido y apuntado en cualquier dirección, y fue restaurado en 1995. Es considerado el primer telescopio de fabricación española, pues con anterioridad estos aparatos se solían importar de Inglaterra. También es Vicente Asensio digno de notar por haber desarrollado un procedimiento para la construcción de espejos catóptricos.

## CURAS VOLADORES

Si durante el siglo XVIII el desarrollo de la Astronomía en nuestro país está rigurosamente asociado al Real Observatorio de Cádiz (1753), luego de San Fernando, el primero en España y el más meridional entonces en Europa,<sup>16</sup> en el quicio que va del XVIII al XIX encontramos en La

---

<sup>16</sup> Se fundó en 1753, a instancias del matemático y marino Jorge Juan, como anexo a la Academia de Guardias Marinas. Desde entonces, gracias a los importantes trabajos desarrollados en él por el francés Luis Godín o Vicente Tofiño y al apoyo técnico y científico prestado a las expediciones ilustradas no dejó de adquirir reputación. En 1798 fue trasladado a la Isla de León, donde se construyó el magnífico edificio que todavía conserva. Desde 1804 comenzó como órgano científico independiente con el nombre de Real Observatorio de la Isla de León (desde 1814 de San Fernando) a lo largo del nuevo siglo, marcado por la influencia de personajes tan conocidos como José Sánchez Cerquero o Cecilio Pugazón. Se fueron

Mancha, asociados a la astronomía, a unos escritores muy curiosos, todos eclesiásticos, que a la broma he clasificado como presbíteros volantes, a causa de la fantasía de que hacen gala, como buenos discípulos del cura cervantino, redactor arrepentido de novelas de caballerías. En efecto, idearon viajes astrales el conqueense Lorenzo Hervás y Panduro y el toledano Cándido María Trigueros -el *Viaje estático al mundo planetario* (1793-1794), y *El viaje al Cielo del Poeta Filósofo* (1777), respectivamente- como pretexto didáctico para comentar diversos fenómenos astronómicos (no me extenderé aquí sobre la anterior *Cosmografía* del valdepeñero Bernardo de Balbuena, obra perdida, pero que nos podemos imaginar en parte por los muchos elementos astronómicos incorporados en el *Bernardo del Carpio o La victoria de Roncesvalles*). Incuso dispone La Mancha del primer narrador utópico de la ficción científica o *ciencia-ficción*, Antonio Marqués y Espejo, autor de un *Viaje de un filósofo a Selenópolis, corte desconocida de los habitantes de la Tierra* (1804). Así pues Castilla-La Mancha, que puede envanecerse de contar con uno de los grandes escritores del género en castellano en el siglo XX, el meteorólogo Carlos Saiz Cidoncha, (Ciudad Real, 1939 - ),<sup>17</sup> puede gloriarse también de tener al introductor del mismo en el país.

---

añadiendo a sus originales tareas astronómicas el cálculo de las efemérides y la publicación del *Almanaque Náutico*, el *Curso de Estudios Superiores*, el Depósito de Cronómetros e Instrumentos de la Marina, observaciones meteorológicas, sísmicas y magnéticas y la determinación científica de la hora. Actualmente posee el nombre de Real Instituto y Observatorio de la Armada. Los astrónomos que detentaron su dirección fueron Luis Godín 1753-1760, Gerardo Henay 1760-1768, Cipriano Vimercati, Rodrigo Armesto, 1798-1804 , Julián Ortiz Canelas 1804-1821, José Sánchez Cerquero 1821-1847, Saturnino Montojo y Díaz 1847-1856, Francisco de Paula Márquez y Roco 1856-1869, José Montojo y Salcedo 1869, Cecilio Pugazón y García 1869-1891, Juan Viniegra y Mendoza 1891-1903, etcétera.

Destacó Saturnino Montojo, quien trabajó en la rectificación de las posiciones de un gran número de las estrellas contenidas en el Catálogo de la Sociedad Astronómica de Londres y en 1841 fue en comisión por orden del Gobierno al Reino Unido para visitar los observatorios de aquel país y modernizar el de San Fernando; con sus trabajos pudo establecerse el fundamento para el gran catálogo de 8377 estrellas que fue publicado en 1845. Además tradujo al español el *Tratado de Astronomía* de Herschel (Madrid: la Imprenta de la Sociedad Literaria y Topográfica, 1844), lo que mereció la felicitación y aprobación del propio autor. Cf. A. Lafuente y M. Sellés [1988] y F. J. González [1992].

<sup>17</sup> Carlos Saiz Cidoncha (Ciudad Real, 13 de febrero de 1939 - ) es hijo de un veterinario ciudadrealeno que fue catedrático de la Universidad Complutense. Se licenció en Física, en Derecho y en Ciencias de la Información, y se doctoró en esta última disciplina con una tesis doctoral pionera sobre la ficción científica o ciencia-ficción en España; a mediados de los cincuenta se instaló en Madrid. Allí estudió en la Complutense Ciencias Físicas con el

Empezaré por Cándido María Trigueros, (Orgaz, 1736 - Madrid, 1798), un escritor célebre –y polémico–<sup>18</sup> en su tiempo como dramaturgo de cierto sesgo social, novelista y cultivador de un tipo de poesía, la filosófica,

---

institucionista Salvador Velayos, especialista en electromagnetismo y campos de energía. Leyó en español, inglés y francés desde muy joven, acumulando una cultura enciclopédica. Desde niño se aficionó también a la literatura *pulp* y llegó a apasionarse por la historia, los viajes y la aventura en estado puro. Su obra refleja esta pasión dentro de las corrientes más sociales de la ciencia ficción, pues desde temprano militó en la oposición política al Franquismo. Apenas licenciado preparó oposiciones para el Cuerpo de Facultativos del Instituto Nacional de Meteorología y, una vez conseguido el ingreso, solicitó la plaza de Guinea Ecuatorial, que le concedieron, y vivió allí largo tiempo la experiencia de la colonización y la descolonización posterior. Colaboró en la famosa revista *Nueva Dimensión* con relatos y críticas. Ha publicado en España, Francia, Estados Unidos y en Hungría. En *Memorias de un merodeador estelar* narra las aventuras de un pícaro estelar durante la larga noche de la caída del imperio galáctico en un claro homenaje a la novela picaresca española del Siglo de Oro, y en concreto al *Estebanillo González*, como él mismo me ha reconocido en persona. Sus obras están teñidas igualmente de un gran sentido del humor y llenas de referencias a famosas obras del género, lo que hace las delicias del entendido y enriquece la lectura de los nuevos lectores. En 1993 recibió el premio Ignotus a la labor de toda una vida, otorgado por la Asociación Española de Ciencia Ficción, Fantasía y terror (AEFCFT). Entre sus novelas destacan *La caída del imperio galáctico*, Bilbao: Albia, 1978; *Los caballeros de la galaxia*, Madrid: Ingelek, 1986; Carlos Saiz Cidoncha, Antonio Ferrer Abelló, *Capitán de nave estelar*; Madrid: Ingelek, 1986; *Memorias de un merodeador estelar*, Madrid: Miraguano, 1995; *Entre dioses y terrícolas*, Guadalajara: Silente, 1997, reimp. En 2002; *Los proscritos de la Vía Láctea*, Guadalajara: Silente, 2003; *El rey de las serpientes*, Guadalajara: Silente, 2004; *Ruta entre estrellas*, Guadalajara: Silente, 2002; *La torre de las galaxias*, Guadalajara: Silente, 2003. Hay también novelas de fantasía suyas publicadas con pseudónimo. Relatos son *Crónicas del imperio galáctico: antología de novelas cortas*, Guadalajara: Silente, 1998, reimpresión en 2003. Entre sus ensayos y estudios: *Guerrillas en Cuba y otros países de Iberoamérica*. Madrid: Editora Nacional, 1974; *Historia de la piratería en América española*, Madrid: San Martín, 1985; *La ciencia ficción como fenómeno de comunicación y de cultura de masas en España*, Madrid: Editorial de la Universidad Complutense, 1988; Carlos Saiz Cidoncha y Pedro A. García Bilbao, *La gran saga de los Aznar. Sinopsis argumental y estudio*, Barcelona: Miquel Barceló, 1997; *Viajes de los Aznar: historia completa de la Gran Saga de George H. White, comentario y sinopsis*, Pedro A. García Bilbao, Carlos Saiz Cidoncha. - Guadalajara: Silente, [1999]; *Historia del futuro: desde la llegada del hombre a la luna hasta la caída del imperio galáctico: según las obras de los principales autores de ciencia ficción*. Recopilador, Carlos Saiz Cidoncha. Guadalajara: Silente, [2003]; *Aviación Republicana: Historia De Las Fuerzas Aéreas De La Republica Española - 1931-1939*. Madrid: Almena Ediciones, 2006, 3 vols. T. I: *Desde el Alzamiento hasta la primavera De 1937*. T. II: *Desde la ofensiva de Vizcaya hasta las ofensivas de Levante y Extremadura*. T. III: *Desde la Batalla del Ebro hasta el final de la guerra. Apéndices*.

<sup>18</sup> Aunque tuvo algunos defensores acérrimos, como Jean-Pierre Claris de Florian, y los indulgentes Jovellanos y fray Diego de Cádiz, casi todos los ilustrados de su época le dieron de lado o le atacaron, en especial Forner; bien es verdad que Forner atacaba a todo el mundo.

bastante rara en nuestra tradición literaria; José Viera y Clavijo, tutor de los hijos del manchego marqués de Santa Cruz, había compuesto también poemas didácticos que trataban sobre ciencias naturales; algunos poetas menores otros sobre caza o artes, pero él fue el primero que se atrevió con la filosofía (imitando el *Essay on man* de Alexander Pope) y con la Astronomía (el *Viaje al cielo del poeta filósofo*, Sevilla: oficina de Manuel Nicolás Vázquez y compañía, 1777), un largo poema en tres libros compuesto en pareados de alejandrinos, que él llamaba *pentámetros castellanos*; más tardío es el *Poema físico astronómico* (Gibraltar: Librería Militar, 1828; el capitán de fragata y coronel de infantería Miguel Lobo publicó y anotó una segunda ed. en Madrid: M. Rivadeneyra, 1861) del matemático y marino valenciano Gabriel Císcar y Císcar (Oliva, 1759 - Gibraltar, 1829), del que hablaré algo antes de tratar a Trigueros. Se trata de un largo tratado en siete cantos que ocupa unas doscientas páginas (más un índice de materias de 22). Dedicado a Arthur Wellesley, Duque de Wellington, pretende ser, y eso es lo que declara en el prólogo, un tratado científico opuesto al dogmatismo de la iglesia católica: afirma que la teoría copernicana, anticipada ya por Filolao, “lejos de ser *impía* y *absurda*, es una verdad demostrada”. Alaba, pues, a Galileo y a *novatores* como Feijoo y el valenciano Tosca; al gran Kepler, Spinoza, Newton, Jorge Juan, Johann Bayer, Mazarredo, Mechain, Galiano, Burkhardt, Humboldt, Laplace, Herschel y Martín Fernández de Navarrete. Por supuesto, condena la Astrología y se sitúa en la tradición materialista de Lucrecio, que conocía bien, como cuando rehace el comienzo de la invocación a Venus en el primer libro del poema. Éste comienza indicando con claridad el propósito didáctico del poema:

De la constitución del Universo  
voy a indicar las leyes primordiales  
y las bellas lumbreras celestiales  
a describir extensamente en verso (p. 1).

Pone un especial cuidado en formular definiciones exactas de los conceptos que expone, cada uno señalado en cursiva,<sup>19</sup> no librándose a veces de una cierta sequedad a pesar de la libertad que le confería el uso de

---

<sup>19</sup> Cf. José Manuel Rico García [2004], págs. 459-467

la silva endecasílabo. El primer libro describe la Tierra; el segundo, sus movimientos y divisiones geográficas. El tercero, le Universo. El cuarto, las estrellas fijas y sus constelaciones, magnitudes y clases de instrumentos de observación. El quinto, de los planetas y cometas. El sexto, de la Luna y el séptimo de los satélites y asteroides. Las notas de Lobo aportan información complementaria (biografías de los nombres citados, astros, cometas y asteroides descubiertos, nombres de sus descubridores y fechas de sus descubrimiento, una lista histórica de estrellas *nuevas* o *novae*, tipos de correcciones a las presiones indicadas por los distintos tipos de barómetros, oceanografía según Thomas Young, etcétera) Compuso también un *Tratado de Cosmografía* (Palma de Mallorca, 1811, s. l. 1817, Madrid, 1861 y 1873) que constituye el tercer tomo de su *Curso de estudios elementales de Marina*, y un *Tratado elemental de Cosmografía* (San Fernando, 1860, Cádiz, 1867) que en sucesivas ediciones fue completado por Cesáreo Fernández Duro.

El eclesiástico toledano Cándido María Trigueros (1736-1798) compuso otro poema didáctico algo más prosaico, el *Viaje al cielo del poeta filósofo* (Sevilla: Manuel Nicolás Vázquez y compañía, 1777), dedicado a Carlos III. Demuestra conocer y aceptar el sistema newtoniano:

Lanza largas miradas por rumbos insondables / mira en él [*universo*], cual nadando, soles innumerables / que a innumerables Tierras atraen e iluminan. / Ve que en torno perpetuo mil círculos terminan / concéntricos, o siguen elipses muy disformes / que en su rumbo arreglados, precisos y uniformes, / forman indefinidos sistemas peculiares. / Todos, cuando con pasmo y atento lo repares, / parecerán inmensos, grandes, incomprensibles; / mas son como pequeñas astillas invisibles, / si de sistemas tantos, con sistema diverso, / formas el gran sistema de todo el universo. [...] / Todos con un objeto conformes y esparcidos, / entre sí y a los otros son en el modo unidos; / y todas las escuadras a un rumbo dirigidas, / son por la capitana mandadas y atraídas. / De tal modo la inmensa escuadra de los cielos / del más sabio piloto demuestra los desvelos. / Con atracción secreta que el cielo allí ha grabado, / un cuerpo hacia otro cuerpo sin cesar es llamado / y cada cuerpo a todos, y todos a su centro; / una atracción externa fomenta la de adentro. / Sistemas a sistemas atraen atraídos, / y a su general centro son todos convertidos. / Orden tan simple fragua con método admirable / de la Creación toda la concordia inmutable, / la sujeción perpetua, la dependencia pura / que al Criador eterno tiene la criatura. / La mutua atracción simple por él establecida, /

por su atracción es cada momento repetida; / la masa informe y dócil que él sacó de la Nada, / sin cesar atraída, sin cesar es criada. / El instante que alzase su mano bienhechora / y retirar quisiera su atracción criadora, / todo el vasto universo, confuso e invisible, / menos que un caos fuera, cual Nada incomprensible (v. 37-80)

La obra astronómica del jesuita y lingüista conquense Lorenzo Hervás y Panduro (Horcajo de Santiago, 1735 – Roma, 1809) demuestra una extensión de conocimientos y una erudición de primer orden, fruto de la lectura en todas las lenguas de cultura que conocía (incluso el chino), de su propia y rigurosa formación científica y de su gran talento e inteligencia, a pesar de lo cual se ve condicionada por su condición de pensador católico maniatado por votos eclesiásticos de obediencia al Papa y a la religión a la que sirve, que le hacen defender el movimiento del Sol,<sup>20</sup> al igual que su contemporáneo y también jesuita, el gran astrónomo Rogerio Buscovich, aunque eso no le impide tratar por extenso y exponer con rigor la doctrina opuesta. En su *Viaggio estatico al Mondo planetario* (Cesena: Gregorio Bassini, 1780), incluido, con los *Elementi cosmografici*, en su gran enciclopedia *Idea dell'Universo*, (Cesena: Gregorio Bassini, 1778-1784, 16 vols.) y luego revisado y traducido al español por él mismo con el título de *Viaje estático al mundo planetario: en el que se observan el mecanismo y los principales fenómenos del cielo; se indagan las causas físicas, y se demuestran la existencia de Dios y sus admirables atributos*. (Madrid, Imp. de Aznar, 1793 y 1794, 4 vols.) divulga a la comunidad científica en italiano y en español los descubrimientos de Newton y Herschel. Se trata de un tratado de astronomía muy actualizado con las últimas novedades (corrige, por ejemplo, la distancia al sol que ofrecía Newton), a que el autor tenía acceso como bibliotecario vaticano. La obra está dedicada a Antonio Ponce de León, Duque de Montemar y Marqués del Águila, que fue antiguo discípulo suyo, y se dirige en tono conversacional a un llamado “cosmopolita”. El origen de la obra es muy humano: el puro insomnio que desvelaba también al también conquense fray Luis de León, tras la penosa expulsión de los jesuitas del Reino de España:

---

<sup>20</sup> La idea copernicana sería “pretensión nauseante a la verdadera física y demasíadamente atrevida” (IV, 319). Cf. Antonio Herrera García [1990], pp. 71-82. No he podido encontrar las obras de Carlos Murciano [1971], ni de María Pilar Ramírez de Ciguéñez [1984].

Yo que acuerdo que, arrojado de mi patria terrestre y desechado de mis nacionales, en mis correrías por países extranjeros logré por gracia alojarme en un abandonado camaranchón en el que por las noches, desahogando mi angustiado espíritu, fijaba mi vista en el cielo por una especie de guardilla que me lo descubría (II, 79).

Inspirándose superficialmente en obras anteriores, como la de su predecesor y también jesuita, por muchos conceptos hombre de biografía análoga a la suya, Athanasius Kircher (*Itinerarium extaticum s. opificium coeleste*, Roma, 1656, revisado en 1671), y bastante menos y para lo que supone el viaje a la Luna, en el *Somnium* (impreso póstuma en 1634, pero escrito en 1623) de *Keplero* o Kepler, Hervás, muy al contrario que sus predecesores, más preocupados por lo narrativo, no pierde de vista su propósito enciclopédico y separa bien la ciencia de lo que es pura especulación, que ocupa mucho menos espacio en la obra (por ejemplo, cuando describe los posibles habitantes de cada uno de los planetas, siempre en consideración a lo *razonable* para la época) sin que asome en ningún momento lo que podría considerarse ni la más mínima caracterización del personaje narrador y el oyente cosmopolita. Describe la distancia del Sol a la Tierra, su tamaño comparativo, su composición, calor y luz y la duración aproximada que tendrá el Sol; indaga la propagación y velocidad de la luz según Newton y sus discípulos y según las demás teorías, entre ellas la de Huygens. Explica la naturaleza de los colores, la densidad y masa solar y el peso o gravedad en la superficie del sol; su atmósfera y manchas, la luz zodiacal, el movimiento del Sol, la ley de la gravitación universal; habla de Mercurio, de su órbita, que era ya conocida por los egipcios, de su superficie, que supone cristalizada a causa de la enorme temperatura que ha de soportar; de Venus y sus monstruosas montañas, en lo que acierta increíblemente, a pesar de no poderlas observar con claridad, y su lentísimo movimiento de rotación; explica el mapa lunar o Selenografía, los nombres de las manchas lunares según Riccioli y Hevelio, la distribución de los mares, lagunas, estanques y ensenadas, las tierras, islas, penínsulas, y playas o riberas. Observa los movimientos de la Luna y los eclipses lunares y solares, y los usos y utilidades que dan los terrestres a la luz de la luna, sus revoluciones y los eclipses. Se mide la distancia y tamaño de la Luna, su rotación y libración, orografía, atmósfera (que se inclina por negar) y volcanes, los días y años lunares, y la observación de la Tierra y otros astros desde la Luna; el influjo de este astro y los demás sobre los cuerpos

terrestres. De Marte se describe su color y manchas y se dice de él, abundando en la opinión que tiene sobre la Luna, que no tiene atmósfera, atribuyendo el cambio de sus manchas a incendios monstruosos de distinta naturaleza que los terrestres; se describe su masa, densidad, órbita, año y días. Se especula sobre “todo cuanto se puede hallar y saber sobre la existencia de los planetícolas y de la muchedumbre de mundos” y las “razones físicas contra la existencia de los planetícolas y cometícolas”. Se ven fines físicos y morales de Dios en las obras de la naturaleza. Se describe el tamaño, densidad, órbita, movimiento y manchas de Júpiter, su año de más de cuatro mil días, el extraño fenómeno de su calor interno frente al frío de su superficie, y el fenómeno raro que en el movimiento de éste y de Saturno se advierte. Se especula sobre los cuatro satélites que entonces se conocían de Júpiter. La existencia de jovícolas es casi demencial, pues tendrían que tener la naturaleza de las salamandras y una sangre de fuego de alquitrán para poder soportar fríos veintisiete veces mayores que los que se dan en la Tierra. De Saturno se describe sus manchas, clima, cinco lunas que entonces se conocían y anillo, su movimiento, estaciones de sus años y fenómenos que de éstas y de la situación de su anillo resultan. Se comenta algo sobre Urano, “octavo Planeta nuevamente descubierto en 13 de Marzo de 1781” por el *astrófilo* Guillermo Herschel. Luego se indaga sobre el cometa más cercano a la Tierra y se examinan las opiniones antiguas y modernas sobre estos y su número. Se expone el método para averiguar cuándo volverán los cometas, la distancia a la que se sitúan, su grandeza, densidad y luz, la cola y atmósfera de los cometas, su consideración como terror de los antiguos y maravilla de los modernos. Se observa el cometa más cercano a la tierra, observado desde 1759, y se especula sobre el número de las estrellas, que son otros tantos soles; sobre los catálogos de estrellas que han hecho los astrónomos, el movimiento de las estrellas, su aparición y desaparición y mudanza y cambio en su resplandor, la pluralidad de mundos posiblemente existentes, su distancia y tamaño y el tamaño en suma del Universo. Pero, siendo este tan grande, reserva sin embargo un espacio para su patria chica:

Hacia el austro y a la distancia de catorce leguas en el principio de aquella llanura que (...) se llama Mancha, ve pues una no despreciable población, cuya largura le hace parecer mayor que es, desde ella, considerada en el vértice de un triángulo casi isósceles, fíngete dos líneas hasta los ángulos de su base, que sean Madrid y la Universidad Complutense; en la pequeña

área de ese triángulo tienes el pequeñísimo espacio de mis correrías en la infancia, niñez, pubertad y juventud. En el centro de la población llamada Horcajo, está el terrón que al aparecer a la vida mortal me recibió. Sin perderle de vista crecí hasta el principio de la pubertad, en que fui trasladado a Madrid y después a la Universidad Complutense (II, 286-287).

El siguiente cura volador es nada menos que el padre en España del género literario denominado ficción científica (mejor que el anglicismo *ciencia-ficción*), Antonio Marqués y Espejo (Gárgoles de Abajo, 1762 – Gerona, p. 1828), por su novela *Viaje de un filósofo a Selenópolis, corte desconocida de los habitantes de la Tierra* (1804). Marqués es autor también de uno de los primeros conatos de novela histórica en español, las *Memorias de Blanca Capello* y de no pocas obras dramáticas.

Marqués y Espejo compuso una utopía en apariencia lucianesca, como muchas escritas en ese mismo siglo, que contiene un viaje a la Luna con una curiosísima y más bien tosca nave espacial. El viaje se presenta como real, pero en su apresurada conclusión el autor revela que ha sido un sueño; en realidad, extracta, traduce y adapta la quinta parte de *Le voyageur philosophe dans un pays inconnu aux habitants de la terre* (1761) de Daniel Villeneuve;<sup>21</sup> el resto es original. El argumento es el siguiente: cuando el filósofo está visitando las cataratas del Niágara, descubre una aeronave y con ella llega a la Luna. Esta resulta ser un espejo de la Tierra, por lo que desespera al comprobar que cuenta con las mismas leyes, gustos, usos, costumbres y prejuicios que la Tierra; pero un sabio viejo llamado Arzames le guía hacia la cara oculta, que es la región verdaderamente utópica. Mediante el diálogo entre ambos se entera de que en ella la monarquía fomenta la educación como valor principal para formar buenos y útiles ciudadanos sobre tres pilares: la Religión, la Lógica y la Moral. Las mujeres reciben la misma educación que los hombres (para su tiempo, Marqués era un auténtico feminista). Se formula todo un programa de enseñanza pública, en el que la lengua debe enseñarse muy pronto y se extirpan de ella los idiotismos y las palabras vacías. Se sigue la ley natural y se aplica un liberalismo económico proteccionista que elimina las aduanas que pudieran desfavorecer el comercio interior, hasta el punto de que alguno ha llamado a

---

<sup>21</sup> Cf. Pedro Álvarez de Miranda [2004], pp. 43-53.

esta obra “utopía burguesa”. Los impuestos son proporcionados y universales: nadie está exento de ellos, y no gravan los artículos de primera necesidad. Hay controles para asegurar los préstamos; la mejora de los caminos, canales y comunicaciones facilita el comercio. Se premia a agricultores y comerciantes porque sustentan la prosperidad de la nación y la nobleza se otorga a los honrados. La mendicidad ha desaparecido porque es mirada con general desprecio, y ya no hay alcoholismo, porque una medicina hace aborrecer la bebida. Se tolera la prostitución para proteger a las mujeres virtuosas de la violencia y la brutalidad. Corridas de toros, tortura, bufones, juego y pena de muerte (salvo parricidio o lesa majestad) están prohibidos, así como todo lo que va contra el buen gusto. Se levantan estatuas a los que se distinguen por su trabajo o su contribución al bien público, como en la *Utopía* de Tomás Moro; cada diez años envían a viajeros para que inspeccionen lo útil de otras repúblicas que pueden adoptar en la suya, como en *La nueva Atlántida* de Francis Bacon; la hospitalidad se rige con las leyes propuestas por Tomasso Campanella en su *Ciudad del Sol*. Otros aspectos derivan de *La República* de Platón. En el capítulo VIII, original de Marqués, se recupera la imagen de la legendaria comunidad regida por Pitágoras, que aparece en muchas utopías. La estructura de la novela queda rota por un largo *excursus* central sobre las ideas del autor en cuanto a la formación de las mujeres selenitas, que proviene de otra obra suya inédita.<sup>22</sup> En Selenópolis se presentan como los mayores vicios la moda y el lujo:

Todavía no se ha decidido si el lujo es útil o dañoso a una gran monarquía que recoge los géneros de primera necesidad; y esta es una cuestión de donde se originan infinitas paradojas.

El padre escolapio Carlos Lasalde Nombela (Portillo de Toledo, 1841 - 1906) ha pasado a la historia como arqueólogo, pedagogo e historiador, pero no como astrónomo, faceta que pretendo descubrir aquí. Estudió el bachillerato en el colegio de San Antón de Madrid e ingresó muy joven en la Orden las Escuelas Pías. Se ordenó sacerdote en Granada y ejerció la enseñanza en esta misma ciudad, en Yecla (donde tuvo por discípulo a Azorín, quien le recordó con afecto en *La voluntad* y otras

---

<sup>22</sup> Estas ideas refunden la “Introducción” de José Carlos Martínez García a su edición de la obra (Paipérez Ediciones, 2007); para más detalles, léase la misma.

obras),<sup>23</sup> en Getafe (doce años como maestro de novicios) y en Madrid. En 1887 fue nombrado Cronista General de la Orden y posteriormente Consultor Provincial y Provincial honorario. Fue el fundador y primer director (1888-1895) de la mensual *Revista Calasancia*, publicación centenaria de carácter educativo que sigue publicándose hoy con el título de *Revista de Ciencias de la Educación*. Dominaba las lenguas clásicas y era doctor en Farmacia. Colaboró en la revista madrileña *El Fomento* (1871), *La Niñez* (1879-83), *Áncora de Castilla* (1881), *La Ilustración de Madrid* y *Revista Contemporánea* (1897-99). Fuera de sus obras religiosas y sus pioneros trabajos arqueológicos (algo egiptófilos)<sup>24</sup> en el Cerro de los Santos y otros lugares, nos interesa destacar sus *Tradiciones históricas de España*, Madrid 1889; la *Gramática Latina del padre Calixto Hornero corregida y aumentada por el padre Álvarez y ahora nuevamente por el padre Carlos Lasalde*, Madrid 1889, su monumental *Historia literaria y bibliografía de la Escuelas Pías de España* (3 tomos), Madrid, 1927 y su *Manual de Pedagogía*, (Friburgo, 1911). Astrónomo aficionado y buen mecánico, creó un cosmógrafo para que sus alumnos comprendieran los movimientos de la Tierra en relación al sol y otros astros, integrado por una esfera armilar sobre una mesa, en cuyo interior estaba la maquinaria para ver el movimiento del globo terráqueo a través de los cristales laterales de la mesa. Quien quiera saber cómo se diseña desde cero un artilugio como este, lea su artículo anónimo “Esferas Cosmográficas”, publicado en *Revista Calasancia*, 1890, pág. 424 y ss.; pero es que además este hombre admirable se preocupó de forma inmediata en conseguir y mantener las

---

<sup>23</sup> José Martínez Ruiz (Azorín) ingresó en 1881 como alumno interno en el colegio de los PP. Escolapios de Yecla. Allí, durante dos años, tuvo por educador y rector al P. Carlos Lasalde. En *La voluntad*, escribe de él lo siguiente: “El padre Lasalde es un hombre bueno y un hombre sabio (...) A los niños, el padre Lasalde los trata con delicadeza tan enérgica en el fondo, que les pone respeto y hace inútiles los castigos violentos. Él los disuade de sus instintos malos, hablándoles uno por uno bajito, y como de cosas que sólo a ellos dos importaran; él los halaga cuando ve en ellos un vislumbre de generosidad y de nobleza. Y no grita, no amenaza, no aterra”. Por otra parte, en *Las confesiones de un pequeño filósofo*, se extiende un poco más: “Guardo del padre Lasalde un recuerdo dulce y suave... El padre Carlos Lasalde, cuando me vio en la rectoral, me cogió de la mano y me atrajo hacia sí; luego me pasó la mano por la cabeza y yo no sé lo que me diría, pero lo veo inclinado sobre mí, sonriendo y mirarme con sus ojos claros y melancólicos”.

<sup>24</sup> Tomó como auténticas las probables falsificaciones de Amat y defendió el carácter faraónico de estos restos basándose en hipótesis imperantes en aquella época que relacionaban esta región bastetana con vestigios y signos egipcios, pero gracias a su intervención se han podido conocer y conservar mejor estos importantes restos ibéricos.

subvenciones que le permitieran la mejora de las instalaciones del colegio escolapio de Yecla y, entre otros proyectos, completó los gabinetes de Ciencias y la Biblioteca, convirtiendo el jardín del colegio en Jardín Botánico y creando el Gabinete Agronómico y un Observatorio Astronómico en el que pudo contarse, entre otros elementos, con un telescopio ecuatorial de 108 mm., algo evidentemente inusual para aquella época y aquellos ambientes. Su *Compendio de Geografía con 129 grabados y 4 mapas en color* (1895) alcanzó cinco ediciones en 1928; se preocupó de enriquecer y mejorar las colecciones colegiales y agregó además un Observatorio Meteorológico. Fue uno de los primeros escritores españoles que realizó estudios lingüísticos según las nuevas orientaciones de la filología comparada (*Desarrollo del Idioma Castellano desde el siglo XV hasta nuestros días*, 1912) y prologó el libro del padre Enrique Torres *Gramática Histórica de la Lengua Castellana*. No menos importante es su *Libro de lectura* de 4 volúmenes para distintos niveles escolares (1897, 1898, 1899 y 1904).

## ASTRÓNOMOS DEL SIGLO XX

Isabel Muñoz Caravaca (Madrid, 1848 – Guadalajara, 1915), cuyos padres Francisco y Alejandra eran originarios de Alcázar de San Juan, fue una maestra feminista y socialista aficionada a la Astronomía. Estaba casada desde 1874 con el matemático Ambrosio Moya de la Torre, un viudo sin hijos 26 años mayor que ella. Su marido, catedrático de matemáticas de la Universidad Central, fue además vicedirector del Instituto de Noviciado y se doctoró en 1854 con la primera tesis habida en España sobre cálculo de probabilidades.<sup>25</sup> También escribió un libro de texto de Geometría. Junto a él, Isabel se dedicó al estudio de la Astronomía y fue miembro de la

---

<sup>25</sup> *Sobre la importancia filosófica del cálculo de las probabilidades: discurso leído en la Universidad Central*. Madrid: Imprenta de José Ducazcal, 1854. Leo en ella una consideración de los beneficios que puede reportar el uso de este cálculo en las ciencias sociales, y en particular en la demografía, la economía, la justicia y la política (reparto de votos, distribución de los escaños...) En cálculos astronómicos, señala por ejemplo que:

Por la consideración de las probabilidades con aplicación a numerosas observaciones celestes, se reconoció la causa de la ecuación secular de la Luna, de la irregularidad entre Saturno y Júpiter, y se determinó la ley notable de los movimientos medios de los tres primeros satélites de este planeta. Estos hechos, que han convertido en certidumbre la probabilidad de sus causas, hablan más alto que todas las elocuencias en favor de esta teoría.

Sociedad Astronómica Francesa. Ambrosio murió en enero de 1895 e Isabel optó a una plaza en la Escuela de Niñas de Atienza (Guadalajara) y allí se instaló con 47 años y tres hijos hasta 1910 en que se trasladó a la misma Guadalajara cuando su hijo menor Jorge sacó unas oposiciones de Auxiliar en la Junta Provincial de Instrucción. Jorge pertenecía al Partido Republicano Federal Alcarreño. Isabel y sus alumnos estrenarían al poco un nuevo edificio de escuelas en Atienza, que se hundiría en 1916. Isabel dio clases a niñas y a trabajadores de la villa en la Escuela Nocturna para adultos, así como a jóvenes que se preparaban para el ingreso en la Escuela Normal de Guadalajara, pues opinaba que los maestros eran "los primeros obreros de la inteligencia" y que "no vine sólo aquí para enseñar a las niñas a manejar estúpidamente una aguja". Isabel publicó en 1899 en Madrid unos *Principios de Aritmética* con las lecciones que impartía en Atienza a sus alumnas unidos a ejercicios, cuestiones y tablas. A principios del siglo XX publicó en Madrid unos *Elementos de la Teoría del Solfeo*. En Guadalajara no olvidaría el estudio de la Astronomía y fue la anfitriona de Camille Flammarion, presidente de la Sociedad Astronómica Francesa, cuando vino a Almazán (Soria) a observar el eclipse de agosto de 1905, pues este lugar era el que ofrecía la posibilidad de un mejor estudio del mismo. A este eclipse está dedicado su primer artículo en la revista *Flores y Abejas*. Por cierto que fue criticada su presencia en esta expedición científica en un artículo lleno de prejuicios en la revista madrileña *Gedeón* al que contestó airadamente a la semana siguiente desde *Flores y Abejas*, demostrando sus conocimientos.<sup>26</sup> También escribió en *Acción Socialista*, *Atienza Ilustrada* y *Revista Española de Literatura, Historia y Arte*. Isabel se definía como feminista y dijo que "las mujeres, iguales por naturaleza a los hombres, ni están en el mundo para dominarlos ni para ser dominadas por quienes no son ni valen más ni menos que ellas". En su defensa de la clase obrera, preconizaba la defensa de la justicia, no el ejercicio de la caridad, al contrario de otras mujeres de la burquesía de Guadalajara. Alentaba la acción social y política ("sólo me encuentro bien al lado de los que van los primeros camino de la revolución teórica"), pero no la violencia ("yo no aplaudo ningún atentado en ninguna forma"). Participó en campañas contra la pena de muerte desde 1900, así como en el alegato que lograría el indulto de los condenados por el crimen de Maranchón. Contraria a la crueldad con los animales, hizo una campaña desde su Escuela contra el rito sangriento

---

<sup>26</sup> Cf. Juan Pablo Calero Delso [1998], pp. 315 a 338, e íd. [2006].

del gallo de Jueves Lardero de Atienza, y varias críticas contra las fiestas con toros, tan presentes en la provincia. Tuvo abundantes encontronazos con sus oponentes políticos. Ya en 1905 en Atienza el predicador jesuita Padre Cárdenas la criticó desde el púlpito predisponiendo al lugar contra ella. La prensa de "derechas" se detuvo frecuentemente publicando datos de su vida privada y familiar. Isabel se nota enferma de cáncer en 1914 y fallece en Guadalajara en la madrugada del 28 de marzo de 1915.

Antonio Vela y Herranz nació en Pardos, provincia de Guadalajara, en 1865; obtuvo el premio extraordinario en la Sección de Ciencias y fue pensionado por la Diputación provincial en atención a sus excepcionales cualidades, hizo los estudios en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, donde muy pronto se distinguió y se doctoró, y en 1884 ingresó por oposición como auxiliar en el Observatorio Astronómico de Madrid, y después de nueva oposición obtuvo el título de astrónomo en 1889. Desempeñó este cargo hasta 1919, año en que pasó a Director del Establecimiento y fue elegido académico de la Real de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; leyó al año siguiente, el 13 de junio, un discurso de ingreso titulado *Magnitudes estelares*, que fue contestado por Luis Octavio de Toledo.

Su carrera académica comenzó en noviembre de 1890 cuando fue nombrado auxiliar de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central; con tal carácter explicó cátedras de casi todas las asignaturas. A propuesta del Claustro de Profesores de la Facultad se le dio la cátedra de Astronomía Física (Astrofísica) en 1908, que regentó durante diez y nueve años, hasta el día de su muerte. En 1895 fue elegido Consejero de Instrucción pública, cargo que ocupó tres años, tras de una campaña muy reñida, en que brillaron sus talentos de escritor y polemista vivo e ingenioso. Su labor científica fue desarrollada sobre todo en el campo de la Astronomía (aunque también en el campo de la Meteorología) y queda consignada en las publicaciones del Observatorio Astronómico y en las revistas científicas similares españolas y extranjeras. Se dedicó en especial a la Astronomía de posición y elaboró un catálogo. Tomó parte Antonio Vela en las expediciones que se mandaron, en 1900 y en 1905, a Plasencia y Burgos respectivamente, para determinar las coordenadas geográficas necesarias en la observación de los eclipses de sol ocurridos en dichos años. También calculó el de 1912, de especial interés en España, ya que podía observarse el

límite entre anular y total, y publicó observaciones fotométricas de Nova Cygni en 1920. Falleció en Madrid el 8 de julio de 1927.<sup>27</sup>

Escribió *El calor solar y la vida: memoria presentada a la Diputación Provincial de Guadalajara*; Guadalajara, 1885; *Estudio del teodolito y del antejo de pasos de salmoiraghi y determinación de la latitud y de la hora en las estaciones de Plasencia y Burgos*. Madrid: Observatorio Astronómico de Madrid - Instituto Geográfico y Estadístico, 1906; *Magnitudes estelares* (Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1920); *Los eclipses a través del tiempo* (Madrid, 1923), *Medida del tiempo* (Madrid: Talleres del Instituto Geográfico y Catastral, 1929); *Introducción al estudio de la Astronomía esférica* (1923). Hay también un trabajo suyo en el libro colectivo (con Julio Rey Pastor, Blas Cabrera, P. Carrasco y otros) *Estado actual métodos y problemas de las ciencias*, Madrid: Imprenta Clásica Española, 1916.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- ÁLVAREZ DE MIRANDA, Pedro, [2004]: “El Viaje de un filósofo a Selenópolis (1804) y su fuente francesa”. *Actas del XIV congreso de la Asociación Internacional de Hispanistas III*. New York: Juan de la Cuesta, pp. 43-53.
- CÍSCAR, Gabriel, [1828]: *Poema físico astronómico*, Gibraltar: Librería Militar.
- CALERO DELSO, Juan Pablo, [1998]: “Isabel Muñoz Caravaca, una mujer ejemplar”, en VV. AA., *Actas del VI Encuentro de Historiadores del Valle del Henares* Alcalá de Henares, pp. 315 a 338 *íd.*, [2006]: *Isabel Muñoz Caravaca (1848-1915)*. Almud.
- GONZÁLEZ PALENCIA, Ángel, [1928]: *Historia de la literatura árabe-española*. Barcelona: Lábor.
- HERRERA GARCÍA, Antonio [1990]: “Una aventura espacial en el siglo XVIII: Lorenzo Hervás y Panduro (Fe, razón y Astronomía en un ilustrado jesuita conquense)”, en *Cuenca*, núm. 36, pp. 71-82.

---

<sup>27</sup> “Obituary. Antonio Vela y Herranz”, en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 88, (febrero de 1828), p. 258-259.

- HERVÁS Y BUENDÍA, Inocente, [1899]: *Diccionario Histórico, Geográfico, Biográfico y Bibliográfico de la Provincia de Ciudad Real*, Ciudad Real, Tipografía del Hospicio.
- HERVÁS Y PANDURO, Lorenzo, [1793-4]: *Viaje estático al mundo planetario: en el que se observan el mecanismo y los principales fenómenos del cielo; se indagan las causas físicas, y se demuestran la existencia de Dios y sus admirables atributos*. Madrid, Imp. de Aznar, 4 vols.
- MARQUÉS y ESPEJO, Antonio, [2007]: *Viaje de un filósofo a Selenópolis*. Introd. de José Carlos Martínez García. Paipérez Ediciones.
- MERA, Pablo de, [1614]: *Tratado del cómputo general de los tiempos, conforme a la nueva reformation, necesario para los Eclesiásticos y Seglares. Con cien tablas centésimas y la restauración del Áureo número, con otras tablas, y cuentas curiosas a ello tocantes. Ahora nuevo*. Madrid, 1614.
- MILLÁS VALLICROSA, J. M. [1973]: *Literatura hebraicoespañola*. Barcelona: Lábor S. A. (3.<sup>a</sup> ed.).
- MOYA DE LA TORRE, Ambrosio, [1854]: *Sobre la importancia filosófica del cálculo de las probabilidades: discurso leído en la Universidad Central*. Madrid: Imprenta de José Ducazcal.
- MURCIANO, Carlos, [1971]: *Hervás y Panduro y los mundos habitados*, México, Publicaciones particulares Candil.
- “Obituary. Antonio Vela y Herranz”, en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 88, (febrero de 1828), p. 258-259
- RAMÍREZ DE CIGUÉNDEZ, María del Pilar, [1984]: *Precursor de viajes espaciales. Aclaraciones sobre la vida, obras y país natal de Hervás y Panduro*, Madrid: Ed. Huerga Murcia.
- RICO GARCÍA, José Manuel, [2004]: “Construcción y sentido de *El viaje al cielo del poeta filósofo* de Cándido María Trigueros”, en VV. AA., *Actas del XIV Congreso de la Asociación Internacional de Hispanistas: New York, 16-21 de Julio de 2001. Vol. III (Literatura española, siglos XVIII y XX)* coord. por Isaías Lerner, Roberto Nival, Alejandro Alonso, pp. 459-467.
- SÁENZ-BADILLOS, Ángel, [1991]: *Literatura hebrea en la España medieval*, Madrid: Fundación Amigos de Sefarad - UNED.

Ángel Romera Valero

SÁENZ-BADILLOS, Ángel, y TARGARONA BORRÁS, Judit, [1988]:  
*Diccionario de autores judíos (Sefarad. Siglos X-XV)*. Córdoba:  
Ediciones El Almendro.

TRIGUEROS, Cándido María, [1777]: *Viaje al cielo del poeta filósofo*  
Sevilla: Manuel Nicolás Vázquez y compañía.

## DESTRUYENDO EL UNIVERSO

Santiago Sánchez-Migallón Jiménez

Departamento de Filosofía

Dile a un hombre que hay 300 billones de estrellas en el Universo, y te creerá... Dile que un banco está recién pintado, y tendrá que tocarlo para asegurarse.

(Raimond Verwei, aunque también acreditado a Albert Einstein)

A pesar de que a lo largo del siglo XX ha ocurrido una de las mayores revoluciones en el campo del conocimiento, comparable al esplendor de la Atenas del siglo de Pericles o a la revolución copernicana, la mayoría de nosotros seguimos mirando la realidad con el aparato conceptual del siglo XIX (y sólo de la primera mitad de ese siglo). La nueva concepción del Universo que se deduce a partir de la crisis del paradigma mecanicista con las grandes aportaciones de la física cuántica y de la teoría de la relatividad, ha de hacernos revisar profundamente las nociones más arraigadas de nuestra concepción del mundo.

Me parece una vergüenza para mi gremio, el de los filósofos, el hecho de que semejante desgarramiento en nuestra cosmovisión no sea a día de hoy el tema central de la filosofía. A pesar de que el viejo Universo con forma de reloj, al que un viejo señor con barba daba cuerda regularmente, ha saltado en pedazos, en unos pedazos tan extraños y desafiantes a nuestra lógica que ya el mismo Richard Feynman decía que nadie comprendía en toda su profundidad la actual física cuántica, la comunidad filosófica prefiere mirar a otro lado y dedicarse a otros temas. Es triste comprobar la escasa bibliografía de filósofos dedicados a estos temas en comparación con otros.

El propósito de este ensayo consistirá en intentar corregir en la medida de sus humildes posibilidades esta carencia, realizando un escueto recorrido por la historia de las nociones que han quedado derrumbadas por esta nueva concepción. Hemos maltratado al universo, lo hemos dividido en infinitas partes, bombardeado con rayos; hemos alargado y contraído el

tiempo y el espacio, los hemos curvado, arrugado y balanceado; hemos hecho colisionar con la mayor fuerza posible todas las partículas con las que está compuesto... y después de dejar todo patas arriba, ¿qué nos ha quedado? Este ensayo será una breve historia de este maltrato, de este proceso de destrucción.

## LOS ORÍGENES: EL CONCEPTO DE VACÍO

Al observar nuestro alrededor comprobamos que estamos circundados por una amalgama de objetos compactos, sólidos. Si cogemos, por ejemplo, un libro de una estantería y nos preguntamos si ese objeto está “lleno” o “vacío” diríamos, sin dudarlo, que está “lleno”. Si incluso hiciéramos una gradación en percentiles en base a estas dos categorías, diríamos, de nuevo sin dudar, que el libro está lleno al 100% o, a lo sumo, pensando en imperfecciones o huecos internos, podríamos rebajar la “saturación” al 99,9%. ¿Qué nos hace llegar a esa idea de que en las cosas hay “algo” de vacío? Observarlas detenidamente, abrir bien los ojos y acercarlos lo más posible al objeto. Si tenemos una lupa o un microscopio podemos ver esas imperfecciones que hacen que mi libro este lejos de ser un polígono perfecto. Y es que en la naturaleza no existe ninguna forma geométrica perfecta.

A esta misma conclusión tuvieron que llegar los atomistas rompiendo con los planteamientos de la escuela eleática [Kirk, Raven y Schofield: 560-602]. Parménides, siguiendo una lógica contundente negaba la existencia del vacío y la misma posibilidad de movimiento. Lo que no es no es y, por lo tanto, el vacío como ausencia de ser no puede ser. Del mismo modo, el movimiento tampoco puede ser ya que cuando un ser se mueve, deja de ser lo que antes era en la posición inicial, por lo que se da un inaceptable paso del ser al no ser, se pierde existencia y eso es imposible [Parménides, 2007]. Su discípulo, Zenón, nos dejó una serie de bellas paradojas llegando a criticar no solamente ya la posibilidad de movimiento, sino la misma posibilidad del espacio: como una entidad matemática es infinitamente divisible, si afirmamos que la distancia entre yo y la estantería es de un metro, realmente, la distancia será infinita ya que puedo dividir un metro en infinitas cantidades y, en consecuencia, jamás podré llegar a la estantería por muy grandes que fueran mis pasos [Kirk, Raven y Schofield: 377-399].

Demócrito y Leucipo (S. V. a.C.) dieron buena cuenta de estos problemas. En primer lugar, van a ser unos minuciosos observadores de los objetos. Si observamos algo escrupulosamente vemos esos “huecos” o “poros” internos, esas minúsculas imperfecciones. En la naturaleza hay vacío y no es porque lo que me digan los sentidos sea pura apariencia. El vacío va a ser esta ausencia de contenido, de “materia” si se quiere, pero “está ahí”: el vacío o no-ser ocupa un lugar en el espacio, no es un absurdo. Pero es más, el no-ser ocupa mucho más espacio que el que nos pensamos dentro de los objetos. No se reduce a algún hueco ocasional, sino que va a ser algo constitutivo de las cosas. Toda entidad está compuesta por unas partículas minúsculas denominadas “átomos” que “se mueven y chocan en el vacío”. Esto traerá dos enormes consecuencias:

1. Se sigue manteniendo, al igual que Parménides, una consideración dudosa respecto a la fiabilidad de los sentidos. Mis ojos me dicen que los objetos están formados por “elementos grandes”. Mi libro parece estar formado por hojas de papel, siendo cada hoja una unidad no formada por unidades más pequeñas. Por mucho que pueda romperlo y dividirlo en trozos no parece del todo intuitivo pensar en que está formado por diminutas unidades. Del mismo modo mi libro parece estar muy estático, no percibo en él ningún tipo de movimiento. Además, para que se dé movimiento hace falta mucho espacio vacío en el que moverse y ya hemos visto como los “huecos” de vacío de mi libro no llegan al 0,1%. No parece adecuado a mis sentidos pensar en “un montón” de vacío dentro de los objetos para que los átomos se muevan y choquen.

2. Se separan la física y las matemáticas (si bien, más adelante, se volverán a unir muy exitosamente). Los átomos tienen las propiedades de ser indivisibles y eternos, cosa sólo posible si pasamos por alto las paradojas de Zenón. Un átomo, si bien es infinitamente divisible en partes utilizando las matemáticas, no es físicamente indivisible. Y su duración, a pesar de que, igualmente, podemos dividir un segundo en infinitas partes, es eterna. Da la impresión de que Demócrito y Leucipo pasan por alto las advertencias eleáticas. Parecen afirmar que les da igual, que las matemáticas podrán decir lo que quieran, pero que la realidad es así.

Por lo tanto, estas primeras concepciones del espacio y de la materia no dejan de resultar extravagantes. Van tanto contra los sentidos como contra la razón (expresada en su modo más preciso en la lógica

eleática y en las matemáticas pitagóricas) y, a pesar de ello, suponen una gran novedad. Quizá operar de modo contraintuitivo y contrafáctico sea lo que hace verdaderamente avanzar la ciencia [Feyerabend].

Pero lo que realmente supone un progreso tan importante como erróneo, va a ser la división espacial entre continente y contenido que surge del concepto de vacío. Para Parménides el ser son los objetos (o, con más precisión, el objeto, ya que el ser es uno y no múltiple), no existiendo separación entre continente y contenido: “el continente es el contenido” por lo que es impensable hablar de no-ser, o vacío porque ni estaríamos hablando de continente ni de contenido. Sin embargo, el concepto de vacío es una novedad radical: se acepta la existencia de no-ser. Todos los objetos tienen vacío en alguna proporción para que sus átomos puedan moverse. Y esto da pie ya no sólo a hablar del vacío “dentro” de los objetos, sino el vacío “entre” los objetos, el no-ser en el que nos movemos los seres. El no-ser, el vacío es el gran continente cósmico en donde se encuentran todos los seres. El no-ser es el habitáculo del ser.

## EL ESPACIO SE HACE MATEMÁTICAS: EL CONCEPTO DE EXTENSIÓN

La Revolución Científica supondrá una progresiva destrucción del sistema aristotélico. Copérnico, Galileo, Brahe, Kepler y Newton pelearán contra Aristóteles. El estagirita defendía un modelo teleológico en el que se entendía el Cosmos como un gran organismo biológico. Lo que más caracterizaba la physis eran el cambio y el movimiento, algo más propio de los seres vivos que de los inertes, por lo que lo vivo era el gran enigma a resolver. El nuevo Universo del siglo XVII romperá radicalmente con esta concepción.

Si el descubrimiento del vacío vendrá a partir de la separación atomista entre física y matemáticas, su consagración en el paradigma mecanicista llegará con su reconciliación. Galileo entendió que para descubrir los secretos del universo había que encontrar una contraseña que estaba escrita en un extraño lenguaje: las matemáticas. Sólo mediante ellas podemos entender la realidad. ¿Y qué tienen en común las matemáticas y la

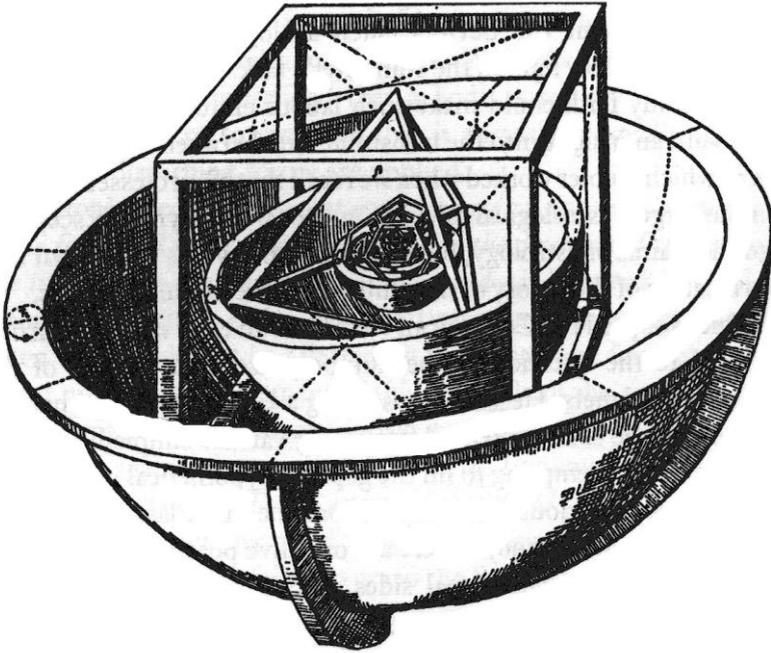


Ilustración del *Mysterium cosmographicum* (1596) de Kepler.

realidad?. De primeras, la geometría, y Galileo disponía de la gran geometría de Euclides. ¿Cómo convertimos la naturaleza en geometría? Cuantificándola, estableciendo mediciones. Aquí aparece uno de los grandes problemas de la ciencia moderna: la medición. ¿Cómo medir ciertas cosas que, a priori, no son susceptibles a ello? La construcción de instrumentos de medición será uno de los *modus operandi* propios del científico. Sin embargo, en un principio, la cosa no parece del todo difícil. Yo puedo medir mi libro. No tengo más que establecer un patrón de medida y ver cuántas veces se repite. Puedo utilizar mi pie, un palmo de mi mano, un gnomon... cualquier objeto me vale pues sólo tengo que repetirlo y contar cuántas repeticiones salen. Pero claro, el problema estará en que como sólo el lenguaje de la matemática es el que utilizó Dios para crear el mundo, sólo podemos aceptar propiedades matemáticas en los objetos

materiales. Sólo forma, movimiento y disposición en el espacio. Los seres se convierten en esquemas geométricos, en planos, polígonos y poliedros de rectas líneas... Las matemáticas todavía no pueden “jugar” con objetos más complejos y caóticos. El éxtasis de esta concepción será el Universo del joven Kepler que vemos en la ilustración.

Será un cosmos muy cómodo para la razón: regular, perfecto, ideal... pero muy incómodo para los sentidos. Galileo se va a encontrar con múltiples problemas: si sólo aceptamos las cualidades geométricas de los objetos (forma, movimiento y disposición en el espacio), ¿cómo explicamos cualidades como el olor, el sabor o el color? Para Galileo estas propiedades son puramente subjetivas y las pone el observador, no siendo cualidades intrínsecas a la materia. Pero, ¿cómo explicar las cualidades de los seres vivos como, por ejemplo, el proceso de putrefacción de una manzana o de fermentación de un vino? A Galileo le interesaron poco los seres vivos y serán los alquimistas de los siglos siguientes se harán cargo de tales problemas [Jensen: 42-46]

¿Cómo definirá el espacio mismo esta época? De nuevo, encontramos posturas enfrentadas. Por un lado encontramos a Descartes. Con su cuidadoso método había descubierto que el Universo está formado por tres sustancias o realidades independientes: yo, Dios y mundo. El mundo se caracteriza por la propiedad de la extensión. Los objetos que observamos en la naturaleza tienen la propiedad de ser extensos, es decir, “se extienden” en el espacio teniendo altura, anchura y longitud. Al extenderse son medibles, cuantificables por la nueva geometría analítica. Sin embargo, la extensión no era una propiedad exclusiva de los cuerpos, sino que era una propiedad del mismo espacio. Descartes, al igual que Parménides, unifica continente y contenido. El espacio son los objetos mismos.

Y por el otro lado nos encontramos al pensador cumbre de la Revolución Científica: Isaac Newton y sus *Sensorium Dei*. El espacio y el tiempo serán los grandes receptáculos en donde todo transcurre, de tal modo que si Dios, que es omnisciente, tuviera sentidos, el espacio y el tiempo serían sus ojos y sus oídos. Con Newton la separación entre continente y contenido llega a su punto cumbre. El concepto de extensión cartesiano seguiría siendo válido para él, pero no identificará el espacio ni el tiempo

con los objetos sino como algo “externo” a ellos. Esos contenidos no pueden interactuar con ese “ser externo”. El espacio y el tiempo son imperturbables, no podemos afectarles de ninguna manera. El tiempo pasa sin que podamos hacer nada para evitarlo y el espacio permanece siempre el mismo mientras que lo único que podemos hacer es llenarlo o vaciarlo de objetos. Al igual que para los atomistas, el espacio y el tiempo son el no-ser en el que habita el ser. La concepción newtoniana es la que ha llegado a nuestros días y es con la que solemos operar cotidianamente... precisamente, este es el error que hay que subsanar ¿O no? Lo veremos al final.

## EL ÁTOMO MODERNO: UN GOLPE A LOS SENTIDOS

Como comprobábamos al contemplar minuciosamente nuestro libro, parece estar compuesto por “piezas grandes”. Sus hojas parecen unidades no divisibles en partes cualitativamente diferentes. Puedo rajarlas una y otra vez, pero esos trozos no diferirán cualitativamente de la hoja originaria. Y aunque dispusiera de un microscopio muy potente, la cosa tampoco cambiaría mucho. Esos átomos de los que los físicos me hablan no aparecen por ningún sitio. Ni siquiera con los modernos microscopios de efecto túnel lograría verlos. Simplemente vería un mapeado tridimensional similar al de una cordillera montañosa. No podemos ver los átomos, y sin embargo, ningún físico en su sano juicio negaría su existencia. ¿Por qué aceptamos, entonces, el atomismo?

Cuando Rutherford y sus discípulos bombardean planchas de diversos materiales con rayos alfa refutan la propuesta atómica de Thomson en la que la carga positiva está distribuida de manera homogénea por toda la superficie del átomo. Si los rayos alfa se desviaban era porque esa carga estaba concentrada en puntos concretos: se descubre el núcleo atómico. Entonces, ¿qué hay en todo lo demás que queda de materia y que no es núcleo? Un enorme espacio vacío. ¿Cuánto vacío? Vamos a ilustrar cuanto de lleno y cuanto de vacío hay realmente en los objetos con unos ejemplos para despejar la duda con la que empezábamos este ensayo. El diámetro del átomo es aproximadamente la cienmillonésima parte de un centímetro. Siguiendo esta proporción, si inflamamos una naranja hasta alcanzar el tamaño de la tierra, sus átomos tendrían el tamaño de cerezas. Eso es el tamaño del átomo, contando con su espacio vacío. Expresemos ahora la proporción de

vacío que hay dentro de un átomo en otro ilustrativo ejemplo: si el tamaño del átomo fuera la Catedral de San Pedro de Roma, el núcleo atómico sería del tamaño de un grano de sal. Entendiendo estas analogías vemos lo inimaginablemente vacíos que son los objetos en contra de lo que la más elemental intuición afirmaba. Mi libro, del que podría asegurar que estaba “lleno” al 99,9%, resulta que está vacío en casi la misma proporción. Mi libro y todo lo que me rodea... los muebles, el sofá, las paredes de mi casa... la misma tierra, ¡todo eso está prácticamente vacío! ¡Hay mucho más no-ser que ser! Si Parménides hubiera vivido en el siglo XX se pondría a llorar nada más saber esto. Pero la cosa no acaba aquí. ¿De qué está hecha esa ínfima parte que no está vacía dentro de los átomos?

Antes de que se retomase con fuerza la concepción atómica se utilizaba el concepto de elemento químico. Éste fue definido por Robert Boyle como aquello que no podemos descomponer en el presente por medios físicos o químicos. Si en el laboratorio te encuentras con algo que no puedes partir en trozos... eso será un elemento químico. Esta definición era bastante pobre (y a pesar de ello se sigue utilizando tristemente en muchas ocasiones) pero luego se la asoció a los átomos (la química acabó por convertirse en física) y se definió el elemento químico, siguiendo los estrictos criterios de la tabla periódica, como aquella clase de átomos que tienen el mismo número de protones en su núcleo. Así, tenemos un Universo formado por unas 118 clases de átomos (menos, muchas de ellas se han creado artificialmente en laboratorio y no existen por sí mismos en la naturaleza). Todo esto suponiendo que las populares teorías de la energía oscura no sean ciertas (afirman que sólo un 4% del universo es materia convencional, es decir, de la que estamos hablando ahora. El otro 96% lo conformarían las tan extrañas como desconocidas materia y energía oscuras). Bien, ¿y de qué están hechos estos átomos?

Aquí entraría toda la emocionante historia de los aceleradores de partículas y de sus gloriosos descubrimientos, culminando con el celeberrimo LHC. Si ya fue una revolución pensar en átomos formados por protones, electrones y neutrones, a partir de los años 70 empezaron a aparecer un montón de partículas aún más pequeñas, con nuevas formas de clasificación y nuevas propiedades. Tenemos los populares quarks con sus simpáticos nombres (up, down, charme, strange...), pero también los leptones (electrón, muón, lépton tau...) y los bosones (fotones, gluones,

bosones W y Z, o el famoso Bosón de Higgs, “la partícula de Dios” que intentará encontrar el LHC). Por si fueran pocas, cada una de ellas tiene su respectiva antipartícula... Existe la antimateria aunque suene mucho a ciencia-ficción. Además, todas ellas tienen comportamientos muy extraños, tendiendo a estar donde no deberían, a desintegrarse espontáneamente y a volver a aparecer en cualquier otro lugar. La paradoja EPR, el efecto túnel o el principio de indeterminación son formas habituales de comportarse de estas pequeñas “cosas” que forman lo que existe. Las violaciones del principio de causalidad o del de no contradicción que ocurren a estos niveles son tales que no podemos abarcarlas en este ensayo (al final contaremos algo más). Centrémonos en donde estábamos... Hay muchos tipos de partículas y hacen cosas muy raras pero... ¿De qué están hechas estas nuevas formas de existencia? La cosa puede complicarse aún más si cabe.

## EL PRINCIPIO DEL FIN: LA NOCIÓN DE CAMPO

Cuando Newton formula su ley de gravitación universal, pronto se da cuenta de un gran problema: la fuerza de la gravedad actúa instantáneamente. El sol y la tierra están en el perihelio a 142.700.000 kilómetros de distancia, pero el astro interactúa gravitacionalmente con la tierra de modo continuo en todo momento. Si el sol ampliara su masa atraería instantáneamente a la tierra, es decir, que la fuerza de la gravedad recorrería 142.700.000 kilómetros en un instante... ¡a una velocidad infinita! Ese absurdo preocupaba a Newton pero no lo solucionó. Fue más tarde cuando Faraday y, posteriormente, Maxwell introducen la noción de campo.

¿Qué es un campo? Imaginemos dos cuerpos que interactúan entre sí, ejerciendo cada uno de ellos una fuerza sobre el otro. Si movemos el segundo cuerpo comprobaremos que en cada nueva posición, actuará sobre él una fuerza diferente. Sólo podemos entender esto admitiendo que cada punto del espacio alrededor del primer cuerpo está dotado de cierta propiedad, creada por éste, que hace que, al colocar allí un segundo cuerpo, actúe sobre él una fuerza. Esa propiedad es lo que entendemos por campo. Si tenemos dos cuerpos de masa  $M$  y  $m$ , definiremos campo gravitatorio creado por  $M$  como la fuerza que se ejerce en cada punto por unidad de masa, al colocarlo en dicho punto.

$$F = -G \frac{M \cdot m}{r^2} u_r$$

Con esta noción solucionamos el problema de Newton. La fuerza de la gravedad no ha de viajar a ningún sitio, “no ha de moverse”, ya que “está” en cada punto espacial del campo generado por una masa. Este “arreglo matemático” traerá unas enormes consecuencias a nuestra hora de entender la materia. Lo entenderemos mejor a partir algunas citas:

“Podemos por tanto considerar la materia como constituida por las regiones de espacio en las cuales el campo es extremadamente intenso... En este nuevo tipo de física no hay lugar para campo y materia, pues el campo es la única realidad”. [Einstein, A. citado por Kapek, M.: 319]

Otra de Hermann Weyl:

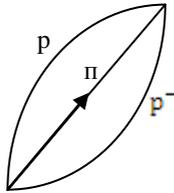
“Según la teoría del campo de la materia, una partícula material tal como un electrón es simplemente una pequeña zona de un campo eléctrico, dentro de la cual la fuerza del campo asume valores enormemente altos, indicando que una energía comparativamente muy grande está concentrada en un espacio muy pequeño. Tal nudo de energía, que de ningún modo se presenta claramente delineado contra el resto del campo, se propaga a través del espacio vacío como una onda de agua sobre la superficie de un lago; no existe una sustancia de la que pueda decirse que el electrón está compuesto en cada momento” [Weyl, H.: 171]

Y acabamos con una del físico austriaco Walter Thirring:

“La física teórica moderna... nos ha hecho pensar sobre la esencia de la materia en un contexto diferente. Ha llevado nuestra atención de lo visible - las partículas - a la entidad subyacente: el campo. La presencia de la materia es simplemente una perturbación del estado perfecto del campo en un lugar dado; algo accidental, casi podría decirse que es simplemente una “mancha”. Por consiguiente, no existen leyes sencillas que describan las fuerzas que actúan entre las partículas elementales... Tanto el orden como la simetría deberán buscarse en el campo subyacente” [Thirring, W. citado en Capra, F.: 294].

Esta noción nos tiene que hacer abandonar nuestra visión clásica de la materia y, por ende, del materialismo. Materia ha de entenderse como alta intensidad energética de campo, no ya como cuerpo, objeto u extensión

cartesiana y, como ya no es casi necesario mencionar, alejarla de nociones como “solidez”, “dureza” o “indivisibilidad”, ni tampoco como “lo que puedo tocar o ver” (no podemos ver las intensidades de campo) o “lo que me rodea” (cayendo en subjetivismo).



La ilustración muestra un diagrama de vacío. Es una representación esquemática de lo que los físicos de altas energías observan en sus experimentos en los aceleradores de partículas. En él observamos un protón (p), un antiprotón ( $p^-$ ) y un pión ( $\pi$ ) que aparecen sin que nadie sepa de dónde han podido salir (casi, casi “ex nihilo”) y desaparecen de nuevo en el vacío como si, contradiciendo a nuestro querido Parménides, se pudiera pasar del ser al no-ser y viceversa. La teoría de campo cuántico nos dice que cosas así suceden continuamente. Y es que el vacío no está vacío, sino que es esencialmente dinámico, “crea cosas”. Una vez más, nuestra tradicional ontología materialista tiene que ser repensada.

## DESTRUYENDO EL ESPACIO: LAS GEOMETRÍAS NO EUCLÍDEAS

En el siglo XIX van a nacer las geometrías no euclídeas. Hasta entonces, toda nuestra concepción del Universo descansaba en la apacible geometría de Euclides, también llamada geometría plana. Esta geometría se basaba en cinco postulados o axiomas que, hasta entonces, habían permanecido incuestionables. Sin embargo, el quinto postulado, que afirma que en un plano en el que tenemos una  $s$  y un punto  $P$  sólo es posible una única recta paralela a  $s$  y que pase por  $P$ , había sido ya puesto en duda desde tiempos anteriores al siglo XIX. En el siglo XVIII el jesuita Girolamo Saccheri se propuso negarlo para deducir todas las consecuencias lógicas que ello supone y, así, encontrar algún absurdo que demostrara que el quinto postulado era cierto. Sin darse cuenta, Saccheri había construido la primera geometría no euclidiana. Posteriormente, a principios del siglo

XIX, Karl Friedrich Gauss vio con claridad la posibilidad de elaborar geometrías diferentes a la de Euclides. Janos Boljaj y Lobachevski construyen sobre 1826, y de modo independiente, las primeras geometrías pretendidamente no euclidianas. La “geometría hiperbólica” de Lobachevski se obtiene con la sustitución del quinto postulado por su simple negación. Unos años después Bernhard Riemann construirá la “geometría elíptica” en la que se sustituirá el quinto axioma por el “axioma de Riemann” (dos rectas en un plano siempre tienen un punto en común, es decir, que no existen paralelas). Así, sucesivamente, van a ir surgiendo nuevas geometrías simplemente negando alguno de los axiomas de Euclides [Stewart, 2008: 231-245; y Stewart, 1998: 59-68].

Dos años después del año mágico de Einstein, el matemático alemán Hermann Minkowski se percató que la recientemente planteada teoría de la relatividad especial se comprendía mejor en un espacio cuatridimensional en el que, a las tres dimensiones clásicas, se añadía el tiempo como una más. En ese espacio, las transformaciones de Lorentz son una propiedad geométrica del espacio. A partir de entonces al espacio utilizado por Einstein se le llama comúnmente espacio de Minkowski. Lo importante de esta nueva concepción del espacio es que eliminamos la separación newtoniana entre continente y contenido. Einstein nos dice que, en presencia de una masa, el espacio se curva o alabea; y que, a velocidades cercanas a la luz, los objetos se contraen (es la llamada contracción de Lorentz), el tiempo se dilata y su masa inercial aumenta. El tiempo queda indisolublemente unido al espacio y éste a sus “contenidos”. El espacio y el tiempo ya no son los continentes de todo lo que acaece, receptáculos inasibles de toda la materia. Ahora los objetos pueden interactuar con ellos, “son ellos”. El espacio y el tiempo de la física clásica quedan para siempre destruidos. Como asegura Stewart “En cualquier caso, actualmente se piensa que la geometría del espacio o del espacio-tiempo, a escala astronómica, desde luego no es euclídea” [Stewart, 1998: 68]

Si uno aún no tiene claro lo que esto significa (y dudo mucho que alguien lo consiga plenamente nunca), la Ley de Hubble que explica la expansión acelerada del universo lo hace en función de una concepción del espacio no euclídea. Hubble nos dice que las estrellas se alejan unas de otras a una velocidad cada vez mayor. En un universo de geometría euclídea, este evento es imposible. A fortiori, si una estrella se aleja de otra, entonces se

aproximará a una tercera. Sin embargo, si lo que realmente se expande es el espacio mismo, sí que es posible que todo se aleje de todo. Nuestro universo se expande porque no obedece a una geometría tridimensional convencional [Ordoñez, Navarro, Sánchez Ron: 599-604].

## CONCLUSIONES: ¿QUÉ UNIVERSO HEMOS DESTRUIDO?

Uno de los casos más curiosos de la física contemporánea, y que nos puede conducir a otra reflexión interesante, es lo que se ha llamado como “efecto túnel” [Greene: 172-175]. Si lanzamos una piedra contra un grueso muro de hormigón, diremos que es absolutamente imposible que lo atraviese. Yo me jugaría todos mis ahorros a que eso no puede pasar. Pues bien, es muy probable que gane la puesta pero existiría una mínima posibilidad de perderla... ¿Cómo? Hay que remitirnos al principio de indeterminación de Werner Heisenberg. No sólo hay una proporcionalidad inversa entre nuestro conocimiento sobre la posición del electrón y su momento (su masa por su velocidad), sino también entre la cantidad de energía y el tiempo que se tarda en medirla. No se puede medir con precisión la cantidad de energía que una partícula tiene en un determinado momento, ya que cuanto más precisión, más tiempo necesitamos para realizar la medición. Entonces, la partícula que no tiene suficiente energía para atravesar un muro, mientras nosotros realizamos la medición, puede “dejar energía a deber”, atravesar el muro y luego devolverla. Como nos explica Greene con un claro ejemplo: es como si tienes que viajar en avión y no tienes dinero pero el sistema de contabilidad del aeropuerto es tan lento que si pagas después de haber realizado el viaje, nadie se enterará de que no has pagado antes... al igual que tú puedes viajar sin dinero, la partícula lo hace sin energía ¿Por qué no sucede esto todos los días a nivel macroscópico? ¿Por qué no pasa que mi piedra atraviesa muros de hormigón? Porque mi piedra está formada por tantas partículas que la probabilidad que suceda es prácticamente nula ya que todas y cada una de ellas deberían realizar el mismo efecto. Sin embargo existe, podría pasar. Si se lanzan millones de piedras durante miles de años contra un muro, alguna acabaría con atravesarlo. Pero esto no es todo. El hecho de que el observador mida o no la energía de la partícula es determinante para el hecho de que la tenga o no. ¡Es como si la partícula supiera que está siendo observada! La física contemporánea rompe en muchas ocasiones la barrera entre el observador y lo observado, entre sujeto y objeto.

Esto nos lleva a una última reflexión. Hemos visto como es necesario repensar la idea de espacio, de materia, de vacío, de las relaciones entre objeto y observador... Esto, a pesar de no formar parte de nuestra forma cotidiana o natural de ver las cosas, no es nada nuevo. Lo llevan diciendo los físicos desde hace cincuenta años. ¿Por qué seguimos pensando en términos newtonianos y nos cuesta tanto pensar conforme la nueva física nos dice? Tendemos a pensar de modo natural que nuestra realidad es tridimensional, compuesta por un espacio vacío en el que están nuestras cosas, los objetos materiales con su “saturación”, “solidez”, “estabilidad”, “sustancialidad”... vivimos en un tiempo intersubjetivo, universal, en el que todos nuestros relojes marchan a la par y todas las cosas suceden al mismo tiempo... las cosas no se expanden o se contraen por ir más rápido o más despacio... Vivimos en el mundo que la física newtoniana explicaba con claridad meridiana. ¿Por qué seguimos haciéndolo así? ¿No somos capaces de ver las cosas como los físicos nos están diciendo? Es que realmente no tenemos que cambiar nuestra concepción del mundo en nuestra vida cotidiana. Una de las más terribles confusiones a las que todo esto lleva es a pensar en que el viejo Parménides llevaba razón y que nuestros sentidos nos engañan, haciéndonos vivir en un mundo “irreal”. Nada más lejos de la verdad. Los descubrimientos de la nueva física operan a otras escalas diferentes a la nuestra (lo cual lleva a pensar en un Cosmos mucho menos homogéneo de lo que a muchos físicos les gustaría reconocer). Realmente el concepto de materia ha de ser repensada, pero eso no ha de hacerme creer que lo que el libro que toco con mis manos es un vacío dinámico que puede atravesar muros de hormigón. No, la física cuántica ha cambiado radicalmente nuestra visión pero sólo a nivel cuántico, es decir, a escala muy, muy pequeña. Igualmente, la teoría de la relatividad ha cambiado todo pero, a velocidades excepcionalmente grandes y con objetos de enorme tamaño. El mundo a “escala media” o, mejor dicho, a “escala humana” sigue siendo exactamente el mismo (o, por lo menos muy parecido) que describía Newton. Mi libro es un objeto sólido que no puede atravesar nada. Así que no hay que preocuparse, el Universo sigue estando ahí, tal y como lo conocíamos. Sólo que si el Universo a mi escala depende de las cosas que pasan a escala cuántica, sabemos que mi forma de entender mi mundo no vale para entender el otro. No hemos destruido el Universo, sólo hemos metido el hocico en zonas donde antes no podíamos y... ¡vaya! ¡El Universo no era tan sencillo como creíamos sino mil veces más complejo!

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- CAPEK, M. [1961]: *The Philosophical impact of Contemporary Physics*. Nueva Jersey, Princeton University Press.
- CAPRA, F. [2007]: *El Tao de la física*. Málaga, Sirio.
- FEYERABEND, P. K. [1997]: *Tratado contra el método*. Madrid, Tecnos.
- GREENE, B. [2006]: *El universo elegante. Supercuerdas, dimensiones ocultas y la búsqueda de una teoría final*. Barcelona, Crítica.
- GRIBBIN, J. [2003]: *Historia de la ciencia. 1543-2001*. Barcelona. Crítica.
- HARMAN, P. M. [1990]: *Energía, fuerza y materia. El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX*. Madrid, Alianza.
- JENSEN, P [2006]: *Historia de la materia. Los primeros y primitivos materiales, los átomos y los remolinos de materia. La reducción de lo complejo a lo simple y la revancha de la complejidad*. Buenos Aires, Capital Intelectual.
- KIRK, G.S., RAVEN, J.E. y SCHOFIELD, M. [1994]: *Los filósofos presocráticos*. Madrid, Gredos.
- MASON, S. F. [1986]: *Historia de las ciencias (Vol. 4, La ciencia del siglo XIX)*. Madrid, Alianza.
- ORDÓÑEZ, J.; NAVARRO, V.; SÁNCHEZ RON, J.M. [2007]: *Historia de la ciencia*. Madrid, Espasa Calpe.
- PARMÉNIDES [2007]: *Poema*. Madrid. Akal.
- STEWART, I. [2008]: *Historia de las matemáticas en los últimos 10.000 años*. Madrid, Drakontos.
- STEWART, I. [1998]: *De aquí al infinito. Las matemáticas de hoy*. Barcelona, Crítica.
- WEYL, H. [1949] *Philosophy of Mathematics and Natural Science*. Nueva Jersey, Princeton University Press



# ÍNDICE

	Página
CARLOS J. RUIZ LÓPEZ	
Presentación .....	9
1. MIGUEL ADÁN OLIVER ANTONIO ADÁN OLIVER	
Azarquel: alumno y maestro .....	13
2. JERÓNIMO ANAYA FLORES	
Las cabrillas altas iban (Clavileño y la parodia de los viajes celestes).....	33
3. M <sup>a</sup> COVADONGA AROCA JIMÉNEZ	
De la armonía del universo a la armonía en la naturaleza y el arte .....	55
4. ÁNGEL CAMPOS MARTÍN-MORA	
Astronomía y navegación en los siglos XVI y XVII.....	75
5. M <sup>a</sup> ROSA CANO SUÁREZ	
La carta astral .....	95
6. M <sup>a</sup> DEL PRADO GARCÍA-CANO LIZCANO	
El tiempo atmosférico en refranes ingleses y españoles .....	101
7. JUAN ROBERTO GILLMAN MELLADO	
Astronomía primitiva en el mundo mediterráneo a través de la historia .....	115
8. MANUEL IGLESIAS MARTÍNEZ	
¿Cuánto dura un día? .....	143
9. MATÍAS J. IRUELA RODRÍGUEZ	
Antiguos oficios olvidados, siempre mirando al cielo.....	155

10. PEDRO JESÚS ISADO JIMÉNEZ Quevedo y su “Himno a las estrellas” .....	167
11. MERCEDES MARÍN CAMINO EMILIA MARTÍN VICENTE M <sup>a</sup> DE LOS ÁNGELES DE LA PEÑA HERNANDO Mujeres astrónomas .....	185
12. BELÉN MORALES PECO Astros, dioses y hombres: astronomía y astrología en la Grecia antigua .....	219
13. JOSÉ MARÍA PITA GUTIÉRREZ La astronomía en la navegación oceánica: introducción a la astronomía náutica .....	247
14. ÁNGEL ROMERA VALERO Astronomía y literatura en Castilla-La Mancha .....	263
15. SANTIAGO SÁNCHEZ-MIGALLÓN JIMÉNEZ Destruyendo el universo.....	289

## Colección

### **Ediciones Santa María de Alarcos**

#### ANTERIORES TÍTULOS PUBLICADOS

1. *Yo era allí entonces el que soy aquí ahora.*  
*Estudios sobre El Quijote en su IV Centenario.*  
2005 – 1ª Edición
2. *De villa a ciudad.*  
*Estudios sobre Ciudad Real en su 750 aniversario.*  
2006 – 1ª Edición
3. *Nunca perder lección*  
2007 – 1ª Edición.
4. *El general No importa.*  
*Ensayos multidisciplinares en torno al bicentenario de la guerra de la independencia.*  
2008 – 1ª Edición