

# El cielo y las estrellas. Desde Ptolomeo hasta Newton. Esquema.

M<sup>a</sup> Isabel Barba. Cristina Varon. M<sup>a</sup> Antònia Binimelis  
Universitat de les Illes Balears

# 1 Introducción

Desde que el hombre tiene conocimiento, las estrellas han maravillado a los hombres hasta tal punto que podemos encontrar representaciones del cielo en las pinturas rupestres de las cavernas y en los grabados en piedra del paleolítico superior. La bóveda celeste ha sido y es una tema que intriga al ser humano. Así pues, no es de extrañar que nuestro trabajo vaya dedicado al estudio de las estrellas y el cielo y a cómo han influido en cada época las distintas teorías que sobre ellas se han formulado. De hecho, dichas teorías han provocado más de un conflicto en la sociedad, por ello podemos decir que los planetas y las estrellas han causado más daño en la Tierra que en el cielo.

Es en las siguientes páginas, intentaremos explicar de forma amena la evolución que ha seguido la teoría celeste desde Ptolomeo hasta Newton pasando por grandes autores como Copérnico, Tycho Brahe y Newton.

Si nos paramos a observar el cielo, comprobaremos la existencia de astros que se mueven. A éstos, el jónico Anaxímenes los llamó planetas, en el siglo VI, para diferenciarlos de las estrellas que siempre permanecían fijas, día a día.

El creador de las primeras ideas que se tuvieron del movimiento de los planetas fue Euxodio, 400 años antes de Cristo. Su sistema estaba formado por esferas cristalinas con las cuales representaba el movimiento de los planetas. Más tarde, Aristóteles modificó el sistema de Eudoxio y lo transformó en un modelo mecánico con 55 esferas. En ambos sistemas se considera que la Tierra es el centro del Universo.

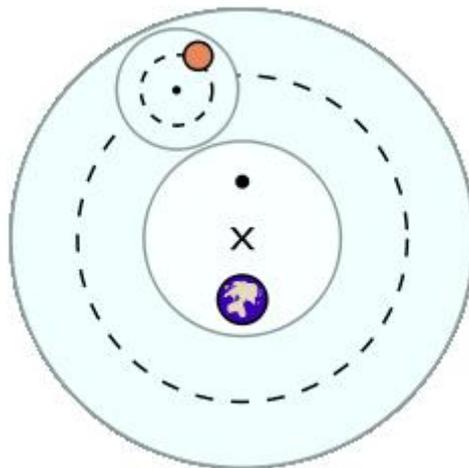
Con el paso del tiempo, Aristarco de Samos formuló la teoría heliocéntrica. Cuenta Arquímedes, S.III a.C, que Aristarco escribió la hipótesis de que las estrellas y el Sol permanecían inmóviles, y la Tierra giraba alrededor del Sol dibujando una circunferencia. Más adelante, Hiparco, astrónomo griego, fue el recopilador del catálogo que ha llegado hasta nuestros días a través de Ptolomeo en su Almagesto.

## 2 Evolución desde Ptolomeo hasta Newton

Claudio Ptolomeo (o Tolomeo) fue un astrónomo y geógrafo nacido en el S.I d.C que propuso el sistema geocéntrico como base de la mecánica celeste. Este sistema llegó a perdurar más de 1400 años, de hecho, sus teorías y explicaciones dominaron el pensamiento científico de ese campo hasta el siglo XVI. Por ello, es considerado el último científico importante de la antigüedad.

Como ya hemos descrito anteriormente, Hiparco fue la primera persona en suponer que las estrellas poseían movimiento. Ahora bien, también fue el encargado de revisar la teoría heliocentrista de Aristarco de Samos y crear un escrito con sus conclusiones defendiendo finalmente el geocentrismo. Gracias a ese escrito, Claudio Ptolomeo (S. I d.C) pudo recopilar cierta información acerca de las observaciones de la antigüedad preservando la misma teoría puesto que él era una persona empirista y los resultados del geocentrismo se ajustaban muy bien a sus observaciones desde la tierra.

Ptolomeo agrupó todos los conocimientos científicos de la época, a los que añadió sus observaciones y las de Hiparco, en una obra titulada *Almagesto*. El tema central de este libro es la explicación del sistema ptolomaico: la Tierra se encuentra situada en el centro del Universo rodeada por 8 esferas: el sol, la luna, los 5 planetas conocidos en aquel momento (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno) y las estrellas fijas en la bóveda celeste. Todas estas esferas giran en torno a la Tierra en un periodo de un año describiendo órbitas circulares.



Ptolomeo llegó a catalogar 1022 estrellas con 48 constelaciones cuyas descripciones aún se utilizan hoy, de ahí la importancia de este autor en la astronomía. También se encargó de escribir y publicar su *Hipótesis Planetaria* en lenguaje sencillo para facilitar el acceso a sus lectores ya que en aquella época, poca gente tenía la suerte de *saber*. Uno de sus mayores trabajos fue *Geografía*, donde realizó mapas del mundo dando coordenadas a los lugares más importantes con latitud y longitud, los que sin embargo, contenían graves errores debido al complicado método que empleaba. Se dice que esta obra fue lo que llevó a Colon a llegar a las Índias por el oeste ya que en ellos parecían estar más cerca.

Como ya hemos dicho, su concepción del universo es una síntesis de la astronomía que le precedió. Recopiló una gran cantidad de datos sobre la observación de los movimientos de los planetas y construyó a posteriori un modelo geométrico que permitiese predecir las posiciones de los astros en el futuro. Su modelo era un método de cálculo a pesar de utilizar complejos sistemas basados en múltiples esferas relacionadas.

A pesar de saber, hoy en día, que esta teoría es falsa, su obra tuvo gran influencia en la Edad Media, comparándose con la de Aristóteles en filosofía, puesto que se ajustaba muy bien al pensamiento de la época reforzado por la Iglesia: el hombre era el centro del universo y nada había más importante que él. Ahora bien, su éxito duró hasta la crítica realizada en 1543 por un clérigo polaco llamado Copérnico en su libro *De revolutionibus*.

Nicolás Copérnico, S.XV, es conocido por su teoría heliocentrista (descrita ya por Aristarco de Samos) que suponía que los planetas giraban en órbitas circulares alrededor del sol. Dicha obra suponía un cambio de concepción para la sociedad y una *ofensa* hacia lo que en la Biblia estaba escrito. Por este motivo, Copérnico no quiso hacer pública su libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium* a pesar de que sus cálculos permitirían a la Iglesia desarrollar un calendario con más exactitud que el que tenían. Copérnico era consciente de que plantear un sistema en el que los planetas giraban en órbitas circulares alrededor del Sol resultaba peligroso: sus veinticinco años de trabajo no fueron publicados hasta después de su muerte en 1543 cuando uno de sus discípulos le convenció de publicar la obra con otro título.

A partir de entonces, la teoría heliocéntrica comenzó a expandirse. Rápidamente surgieron también sus detractores, siendo los primeros los teólogos protestantes. En el año 1600, Giordano Bruno fue condenado a la hoguera por apoyar las ideas de Copérnico y en 1616, la obra del clérigo fue puesta entre las heréticas.

Podemos concluir entonces, que el texto de Ptolomeo fue el manual de astronomía que más influyó a los pensadores de la antigüedad, hasta la irrupción de la Escuela de Maragha en el siglo XIII, y posteriormente el Renacimiento. La obra de Copérnico sirvió de base para que, más tarde, Galileo, Brahe y Kepler pusieran los cimientos de la astronomía moderna.

Tycho Brahe Brahe nació en Dinamarca en el año 1546. Con tan sólo 13 años ya mostraba interés por la astronomía. Tenía tal capacidad que el emperador Rodolfo I le regaló un castillo en la isla de Hven donde Brahe instaló su observatorio. Allí empezó el estudio de los movimientos de la Luna, de los planetas y de las estrellas. Sin em-

bargo, enseguida enfermó lo que provocó que no pudiera continuar con sus observaciones. Con el objetivo de que sus *Tablas Rudolfinas*, tablas del movimiento planetario, no quedaran incompletas contrató a un ayudante para que continuara con su labor. Éste era Johannes Kepler, el cual heredó todo su trabajo.

Kepler nació en Weil der Stadt en 1571, era pobre pero aún así se pudo graduar como astrónomo y matemático con apenas 20 años. Estudió teología y se convirtió de católico a protestante, motivo por el cual lo echaron de su cátedra. Con la pérdida del trabajo, volvió a la pobreza. Tuvo que emigrar y viajó a Praga, dónde conoció a Tycho Brahe quien buscaba un nuevo asistente. Muerto Tycho Brahe, Kepler heredó todo su estudio relacionado con la astronomía, lo cual ayudó a Tycho Brahe a averiguar como se movían los planetas, cosa que Tycho Brahe no había creído necesario contestar.

Eran tiempos de guerras religiosas y epidemias de peste: expulsaron a los protestantes de Praga y Kepler emigró a Linz. La peste mató a su esposa y a sus hijos. Además, condenaron a su madre, pero fué puesta en libertad gracias a que él mismo estudió las leyes para defenderla.

Kepler y Tycho Brahe estaban de acuerdo con Copérnico en que los planetas giraban alrededor del Sol, pero Kepler observó en las tablas rudolfinas que las órbitas no eran circulares, llegando a la conclusión que debían ser elipses. Después de 4 años de la muerte de Tycho Brahe, Kepler hizo lo que hoy en día conocemos como la primera ley de Kepler:

**”Las órbitas de los planetas configuran una elipse y el Sol se encuentra en uno de sus focos”**

En 1602, Kepler había encontrado la Segunda Ley:

**”El vector que une al planeta con el Sol recorre áreas iguales en tiempos iguales”**

Llegó a demostrar estas dos leyes con datos experimentales y plasmó sus resultados en el libro *Astronomia nova*, en 1609, además de incluir una crítica de los conocimientos anteriores. Muchos piensan que estas leyes estaban implícitas en los estudios que realizó Tycho Brahe, pero como a él solo le interesaba saber donde estaban los objetos y no el por qué estaban allí se las atribuyeron a Kepler. En 1618, Kepler publica su tercera ley en su libro *Harmonices mundi*:

**”El cuadrado de los tiempos orbitales es proporcional al cubo de las distancias recorridas”**

Kepler se puede considerar como fundador de la mecánica celeste y la astronomía moderna, ya que su descubrimiento es universal, es decir, se cumple en todos los puntos del universo. Además de ser preciso, se puede verificar: su exactitud es del 100% y cualquiera puede com-

probar los cálculos. Tuvo la suerte de poder observar el movimiento de los planetas gracias a la invención del telescopio por el inglés John Lippershey. Aunque nunca llegó a saber que las elipses orbitales eran producidas por la gravedad del Sol y de la Luna, cosa que descubrió Sir Isaac Newton.

Kepler murió de hambre y su tumba fue bombardeada y destruida. Cabe destacar el trabajo de Galileo que con su rudimentario telescopio fue el descubridor de los satélites de Júpiter, las fases de Venus, las manchas solares, y otros descubrimientos que ayudaron a comprobar los trabajos de Copérnico y Kepler.

Finalmente tenemos el autor que puso las bases matemáticas de la astronomía planetaria, es decir, Isaac Newton.

Este celebre autor escribió "Philosophia Naturalis Principia Mathematica", obra en la cual fija las bases de la física moderna.

Newton con su creencia sobre la teoría corpuscular de la luz, se vio enfrentado a la teoría ondulatoria que defendía Hook, posteriormente estos dos autores acabaron trabajando juntos, a causa de esos trabajos se pone en duda cual fue de los dos que tubo la idea original que llevo a Newton a formular la ley de la gravitación universal. Lo gracioso es que esta ley pudo explicar los fenómenos físicos mas importantes del universo observado, donde también explicó las leyes de Kepler.

Una de las frases que solía decir Newton era "Lo que sabemos es una gota de agua, lo que ignoramos es el océano", es curioso que dijera eso porqué tenía fama de ser un hombre que le gustaba ser el primero en todo. En su época era un hombre reconocido en la sociedad por sus trabajos, pero también era conocido por la gran belleza de su sobrina.

Este gran hombre, propuso una teoría sobre el origen de las estrellas. Es curioso que gracias a el se pudo poner un "punto final" a el estudio de la astronomía planetaria por así decirlo, porqué se demostró que como era profundamente religioso, dedicó muchísimo mas tiempo de su vida en estudios religiosos que científicos.

### **3 Consecuencias**

Estos autores ayudaron a la creación de la mecánica celeste, que es una rama de la astronomía y la mecánica que tiene por objeto el estudio de los movimientos de los cuerpos en virtud de los efectos gravitatorios que ejercen sobre él otros cuerpos celestes. Se aplica la ley de gravitación universal dada por Isaac Newton y estudia el movimiento de dos cuerpos (problema de Kepler).

Gracias a ley de gravitación de Newton, se pueden demostrar las leyes de Kepler. Eistein con su teoria de la relatividad, ayudó a crear la teoría de perturbaciones.