

LA EVOLUCIÓN DE LA ASTRONOMÍA

Simón García

La historia de una ciencia – en este caso la Astronomía - es la historia de los intentos por encontrar un modelo teórico, racional, que sea capaz de explicar, o al menos de dar cuenta, de un conjunto de hechos o datos observacionales.

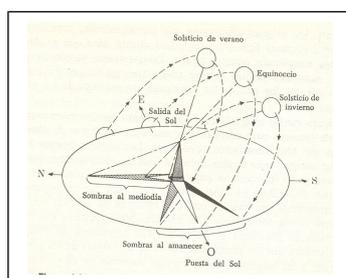
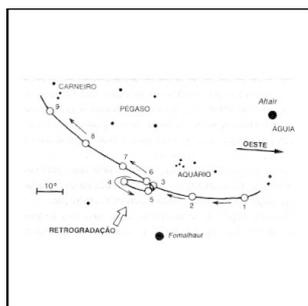
I.- Apariencias que se han de explicar

Rotación aparente de las estrellas

Uno de los datos que una teoría astronómica ha de recoger es la aparente rotación diaria de las estrellas alrededor del polo celeste.

Las estrellas parecen describir una circunferencia completa cada 23 horas y 56 minutos.

Retrogradación de los planetas



La palabra « planeta » es un término griego que quiere decir « trotamundos ». Así llamaban a los astros que « vagabundeaban » entre las estrellas que mantienen fijas sus posiciones relativas. La Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter y Saturno, los siete planetas de la antigüedad, disfrutaban de un movimiento diario hacia el Oeste que es justamente el que tienen las estrellas fijas. Pero, además, se mueven lentamente hacia el Este. Este último movimiento –excepto en el caso del Sol y la Luna- se ve a veces reemplazado por un movimiento de retroceso hacia el Oeste, llamado « retrogradación ». Los astrónomos tenían, en este particular movimiento de los planetas, el principal reto a la hora de formular un modelo teórico.

Movimiento aparente del Sol

A lo largo del año el Sol sale siempre en algún punto del horizonte situado hacia el Este y se pone hacia el Oeste. Pero el lugar exacto por donde sale, el número de horas de luz, la longitud de las sombras y el lugar exacto por donde se pone, cambia de un día a otro. El solsticio de invierno (22 de diciembre) es el día que el Sol sale y se pone más hacia el Sur, las sombras a mediodía son más largas que cualquier otro día del año. En los equinoccios de primavera y otoño el Sol sale exactamente por el Este y se pone por el Oeste. En el solsticio de verano (21 de junio) el Sol sale y se pone más hacia el Norte,

las sombras al mediodía son las más cortas del año. Así mismo cambia la duración del día, es decir, la cantidad de horas de luz.

Las cuatro estaciones del año

Las variaciones de posición del Sol en el horizonte a la salida y la puesta se corresponde con el ciclo de las estaciones del año. Por esta razón la mayor parte de los pueblos de la antigüedad creyeron que era el Sol el que controlaba las cuatro estaciones.

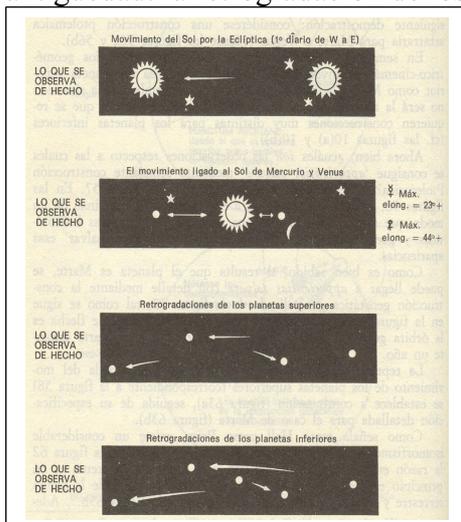
La trayectoria aparente del Sol y su relación con las cuatro estaciones también son datos que se han de incorporar y explicar en cualquier teoría astronómica.

A modo de resumen estas son las cuatro principales apariencias que se han de salvar en una teoría astronómica:

En primer lugar el movimiento anual del Sol: si se registra el punto por donde sale el Sol cada día en un mapa estelar, a lo largo del año, quedará dibujada una circunferencia: la eclíptica.

En segundo lugar, los llamados planetas inferiores, esto es, mercurio y Venus, siempre se encuentran en el punto de la eclíptica en el que se encuentra el Sol.

En tercer y cuarto lugar, el dato más difícil de integrar por todos los astrónomos de la antigüedad: la retrogradación de los planetas



La astronomía prehistórica

La Astronomía paleolítica

Desde la más profunda antigüedad, el hombre ha contemplado los cielos y se ha maravillado con su aspecto. No podemos imaginarnos cuales fueron las explicaciones que construyó en su mente al contemplar al Sol, la Luna y las estrellas.

Con un cerebro en proceso de formación, los primeros **homínidos** debieron encontrarse a merced de las inclemencias del medio ambiente. Los fenómenos naturales como la lluvia, la sequía, el frío o el calor tuvieron que sembrar en su mente más miedo y temor por lo desconocido, que admiración.

Es el **Pleistoceno tardío** y el **Cro-Magnon** se mueve en la Tierra. Muy poco podemos intuir sobre el grado de conocimiento de la astronomía que manejó la humanidad en esta etapa de su evolución

El **Paleolítico Superior**, periodo de tiempo que va desde **40.000 a 10.000 años a.C.** se caracterizó por un conocimiento astronómico muy básico. Son muy pocos los indicios que se han descubierto, pero el haber dominado el fuego, trajo como consecuencia el desarrollo ulterior de la humanidad.

De la última **glaciación**, la humanidad emerge con un conocimiento primario que la va a permitir iniciar su desarrollo.

Se atribuye a esta era, el inicio del conocimiento astronómico de la humanidad: el hallazgo de huesos tallados, mostrando secuencias de 28 o 29 puntos, es una clara alusión a la medida de las lunaciones. De manera similar se han encontrado labrados en piedra, de lo que se cree son representaciones del Sol, la Luna y las estrellas.

La revolución neolítica

La mejora de sus herramientas de trabajo le permitió incrementar su dieta alimenticia y por primera vez, la raza humana, mejor alimentada, comienza a profundizar sus habilidades existenciales.

Con el Neolítico, adviene la agricultura y con ella la necesidad de precisar los mejores momentos para realizarla. Se han descubierto asentamientos agrícolas que ya existían en el año **9.000 a.C.** y pueblos organizados, como el de las cercanías de **Chatal Huyuk**, al suroeste de Turquía, que en el año **6.500 a.C.**, que poseía casas de dos pisos que permitían alojar a unas veinte personas.

El cultivo de la tierra trajo como consecuencia dos factores:

Necesidad de predecir los movimientos de los astros principales (el Sol y la Luna) en el cielo.

Agotamiento de la fertilidad del suelo por la monotonía del cultivo.

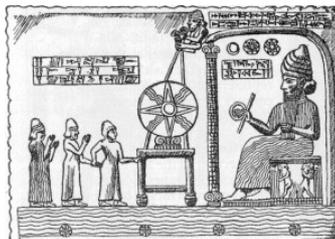
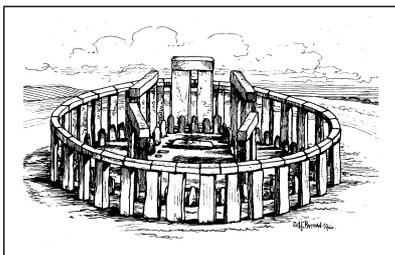
Predicción de los movimientos del Sol y la Luna.

Con el transcurrir del tiempo, la raza humana tuvo que vincular los cambios climáticos con las posiciones del Sol en el cielo. Al repetirse las temporadas de frío o calor, lluvia o sequía, debió preocuparse por poder predecir sus instantes de ocurrencia: había nacido la astronomía de posición. Para poder determinar los puntos de salida y puesta del Sol, comenzó a fabricar alineaciones de piedra o palos. Con el correr de los años fue afinando sus observaciones y mejorando sus métodos de predicción.

Son ejemplos de estas estructuras:

Las alineaciones de **Carnac** y **Le Menec**, en Francia, de 4 y 1 Kilómetros, tienen 2.934 y 1.099 bloques de piedras (**menhires**) respectivamente. Se encuentran alineados con la salida del Sol en las fechas en que debe comenzar la siembra (6 de mayo y 8 de agosto). Los análisis arrojan una antigüedad de **6.700 años a.C.**

Stonehenge, en Inglaterra, complejo de círculos para determinar la salida y puesta del Sol y la Luna a través de todo el año. Uno de sus círculos internos; el Círculo de Sarsen, está compuesto de 30 bloques de piedra, uno de los cuales es la mitad de los otros: los estudiosos coinciden que es una clara alusión a los 29,5 días que dura cada lunación. Se le calcula una antigüedad entre **3.700 a 2.100 a.C.** Ya en el año 2.500 a.C. se utilizaba para calcular eclipses de Luna.

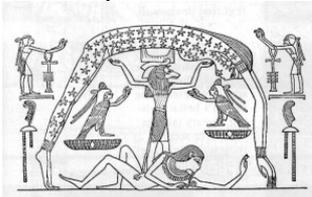


Astronomía en Mesopotamia

Una de las regiones del planeta que se vio beneficiada con el fin de la era glaciaria, fue Mesopotamia. De hecho se piensa que esta zona del planeta es el punto de partida de la civilización actual; ya que se ha determinado influencia sumeria en las civilizaciones egipcias, hindú y china.

Egipto

Los **egipcios** usaban un calendario basado en el ciclo anual de 365 días, seguramente desde el cuarto milenio antes de Cristo. El Nilo empezaba su crecida anual al principio del año, en el momento en que la estrella **Sirio**, tras haber sido invisible bajo el horizonte, podía verse de nuevo poco antes de salir el Sol. Con el tiempo observaron que este fenómeno se retrasaba, y de ahí se dedujo que la duración del año era en realidad de 365,24 días. Esta diferencia se corrigió en 238 a.C. cuando se agregó un día cada cuatro años, para compensar este retraso. **Herodoto**, dice en sus Historias: "los egipcios fueron los primeros de todos los hombres que descubrieron el año, y decían que lo hallaron a partir de los astros".



2.- Teorías precopernicanas

El Universo de las dos esferas

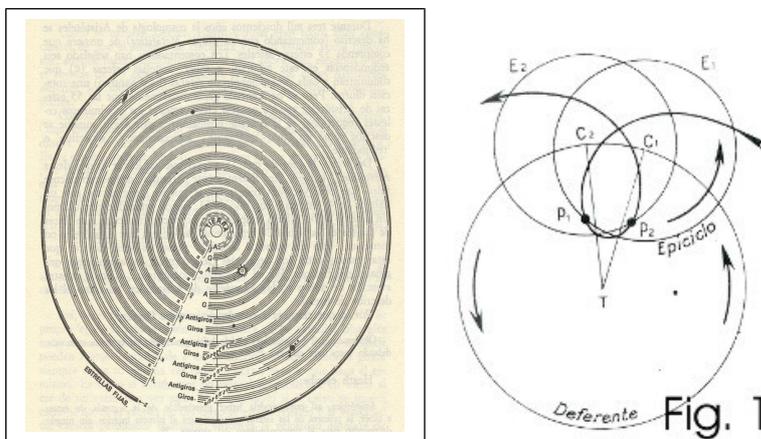
Una de las primeras y más sencillas teorías astronómicas es el Universo de las dos esferas. Desde el S.IV a.C. La mayoría de los pensadores y astrónomos griegos, creían que la Tierra era una pequeña esfera inmóvil en el centro geométrico de otra esfera en rotación de Oeste a Este, mucho más grande, que arrastraba con ella a las estrellas. Más allá de esta enorme esfera no había nada, ni espacio, ni materia.

La insuficiencia más importante del modelo de las dos esferas reside en el especial y aparentemente complicado movimiento de los planetas. Eso convertía en poco probable la presunción que los planetas se encontrasen situados en la esfera exterior, de manera que los astrónomos griegos comenzaron a rellenar el espacio entre la Tierra y la esfera de las estrellas con otras esferas para cada uno de los planetas. La proximidad relativa de las esferas planetarias a la Tierra se decidió de acuerdo con la velocidad del planeta correspondiente. Así, el planeta más lento, Saturno, se colocó cerca de las estrellas fijas; la Luna, la más rápida de los planetas cerca de la Tierra.

Cosmología aristotélica

Aristóteles se basó en el modelo anterior a la hora de formular su cosmología. El Universo, para Aristóteles, lo formaba un conjunto de carcasas cristalinas concéntricas en las cuales estaban incrustados los planetas. Había exactamente 55 carcasas esféricas cristalinas que en un complicado movimiento, impulsado por las estrellas fijas, daban lugar a los movimientos aparentes de los planetas. Estas esferas tenían ejes diferentes, se movían uniformemente, pero con velocidades y sentidos diferentes. Así, por ejemplo, Marte tenía asignadas cuatro esferas. En la más interior se encontraba incrustado el planeta, otra daba lugar a su movimiento diario. Otra al movimiento anual y la última a las retrogradaciones.

Este modelo no explicaba porqué los planetas brillan más cuando retrogradan.



El sistema básico epiciclo- deferente

Ptolomeo, un astrónomo de Alejandría que vivió en el siglo II d. De C., elaboró un modelo astronómico que perduró hasta Copérnico. Ptolomeo admitía de entrada que la Tierra era el centro inmóvil del Universo, que el cielo es esférico y gira, que todos los astros se mueven a velocidad uniforme y en movimientos circulares. Pero con estas suposiciones no era suficiente una sola circunferencia por planeta para explicar sus movimientos aparentes.

Para explicar cuantitativamente los movimientos de los planetas era necesario complicar el sistema con epiciclos sobre epiciclos y otros artificios geométricos.

Excéntricas

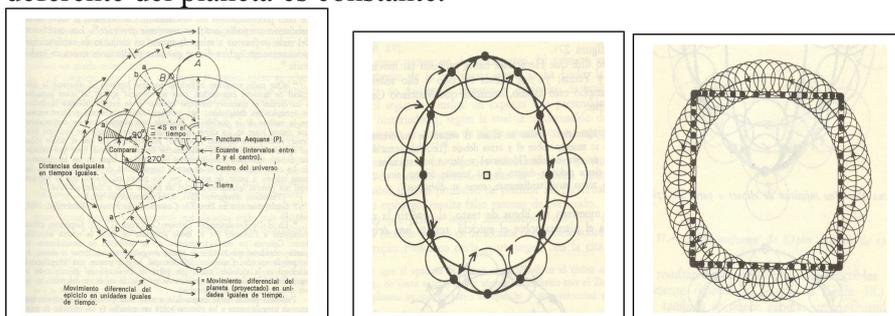
Así, a Ptolomeo le hizo falta introducir la excentricidad en su sistema para evitar algunas discrepancias entre lo que su modelo de epiciclos y deferentes preveía y los resultados de la observación de los movimientos reales.

Con las excéntricas, la tierra ya no es exactamente el centro geométrico de las órbitas planetarias y pasa a ser un punto imaginario en los alrededores de la Tierra. Todavía fue necesario complicar más el sistema: el punto ecuante es diferente para cada uno de los planetas. Para algún planeta el punto ecuante recorre un deferente, el centro del cual es la Tierra y todavía se da el caso que el punto ecuante tenga que recorrer un deferente, el centro del cual, por su parte, sea excéntrico respecto de la Tierra

Punto equante

Eso no era suficiente para dar cuenta de los movimientos planetarios observados. Hacia falta otro dispositivo geométrico: el equante. Este artificio del modelo geométrico de Ptolomeo es particularmente interesante, porque las objeciones de carácter estético que Copérnico le hizo fueron uno de los motivos esenciales que le llevaron a rehusar el modelo ptolemaico.

El equante es el punto respecto del cual la velocidad angular de rotación del deferente del planeta es constante.



Generación de una órbita elíptica y de otra cuadrada mediante epiciclos

Con todos los artificios geométricos citados el problema de intentar explicar el movimiento de los planetas se había convertido en una simple cuestión de disposición de los diferentes elementos que entraban en juego: un juego combinatorio.

La pregunta que se planteaban los astrónomos era: ¿qué particular combinación de deferentes, excéntricas, epiciclos y equantes pueden explicar los movimientos planetarios con la mayor sencillez y precisión?

Con los artificios geométricos de Ptolomeo, por ejemplo, se puede explicar, por ejemplo, una trayectoria elíptica.

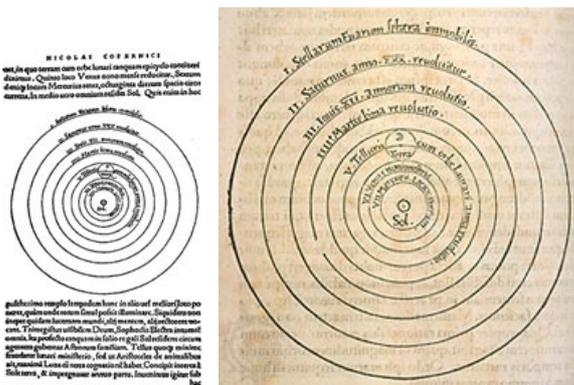
Y ¡más difícil todavía! ¡Un adecuado sistema de movimientos circulares combinados puede dar lugar a una órbita planetaria cuadrada!! Y en general, cualquier forma geométrica se puede generar a partir del modelo de Ptolomeo.

Este modelo llegó a preocupar tanto a Alfonso X El Sabio que llegó a decir que si Dios le hubiera preguntado a él a la hora de hacer el Universo le habría recomendado un modelo más sencillo

3.- Innovación copernicana

«El muy afamado y muy erudito Nicolaus Copérnicus, astrónomo incomparable» fue canónigo de Warmia – provincia gobernada por su tío y tutor el obispo Luís Watzelrode-. Copérnico nació en Torun el año 1473 y murió el 1543, el mismo año que se publicaba su obra más importante. «De revolutionibus orbium coelestium».

Copérnico hizo personalmente muy pocas observaciones astronómicas. Primero estudió en la Universidad de Cracovia – capital en aquellos tiempos de su patria: Polonia -. Más tarde amplió sus estudios en las universidades italianas de Bolonia y Padua donde tomó contacto con los ambientes renacentistas. Su contacto con los neoplatónicos florentinos es el origen de su concepción heliocéntrica del mundo.



El sistema copernicano

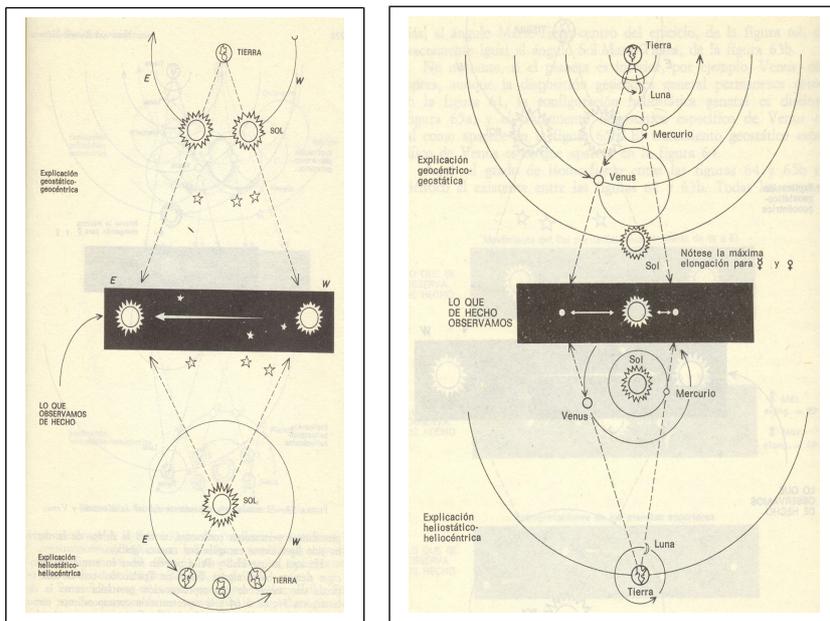
Representación heliocéntrica de los planetas conocidos en tiempos de Copérnico, tal como fue dibujada en su libro « De revolutionibus orbium coelestium »:

- I. Esfera inmóvil de las estrellas fijas.
- II. Saturno hace un giro completo cada 30 años.
- III. Júpiter cada 12 años.
- IV. Marte cada 2 años.
- V La Tierra, junto con la Luna, cada año
- VI. Venus cada 9 meses.
- VII. Mercurio cada 80 días.

El Sol está, en el modelo de Copérnico, situado en el centro del Universo y de las órbitas de los planetas, la tierra no es más que uno de ellos.

El movimiento eclíptico del Sol

En la imagen se representa un dato observacional explicado según el modelo geocéntrico de Ptolomeo y según el modelo heliocéntrico de Copérnico. El dato observacional es el aparente movimiento anual del Sol por su eclíptica. El Sol efectúa un movimiento regresivo a través del Zodíaco.



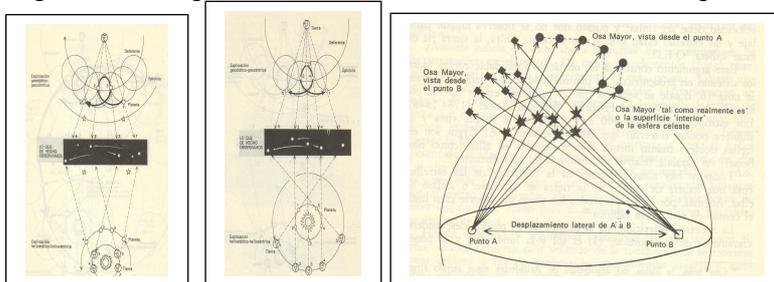
El movimiento que depende del Sol, de Mercurio y de Venus

Los llamados planetas inferiores – Mercurio y Venus – tienen un movimiento siempre ligado al Sol del cual Mercurio no se separa más de 23° y Venus más de 44°. La Astronomía ptolemaica explicaba esta observación vinculando los deferentes de ambos planetas al del Sol, de manera que el centro del epiciclo del planeta se mantenía constantemente sobre una recta que pasa por la Tierra y el Sol. Copérnico explicaba los movimientos de estos planetas de una manera más sencilla y natural.

Retrogradación de los planetas superiores

En el sistema copernicano los planetas retrogradan cuando su movimiento les lleva a ocupar el punto de su trayectoria más cerca de la Tierra. Este momento es también cuando el planeta brilla más.

La Astronomía ptolemaica – geocéntrica – también explicaba estos fenómenos, pero necesitaba recurrir a los epiciclos, cosa que el sistema copernicano no necesitaba para explicar sus aspectos cualitativos de los movimientos planetario.



Retrogradación de los planetas inferiores

Este dibujo, tomado como los anteriores del libro póstumo de Norwood Russell Hanson « Constelaciones y conjeturas », explica de una manera original el aparente movimiento de retroceso de los planetas inferiores y como unas mismas apariencias se salvan de manera diferente según que la explicación sea heliocéntrica o geocéntrica.

La paralaje estelar

Uno de los argumentos más fuertes a favor de la inmovilidad de la Tierra y, por tanto, en contra del sistema de Copérnico, era la ausencia de la paralaje estelar.

Si las constelaciones están en la esfera estelar y si la Tierra se mueve, entonces se habrían de observar cambios en la configuración de las constelaciones, es decir, en las posiciones relativas de las estrellas. Ahora bien: las configuraciones no cambian y por otra parte la esfera celeste está a una distancia finita, como lo demuestra el giro a nuestro alrededor en un tiempo finito. Por tanto la Tierra no se mueve.

La única contra argumentación la dio Copérnico: « la distancia de la Tierra al Sol es prácticamente ínfima en comparación con las magnitudes del firmamento ». La paralaje estelar es pues inapreciable.

El argumento solamente admitía tres opciones: negar el heliocentrismo, negar la finitud de la distancia a las estrellas o esperar que una mayor precisión en los instrumentos astronómicos consiguiera detectar finalmente la paralaje.

La paralaje estelar no se detectó hasta 1838 por Friedric Wilhelm Bessel.

Tycho Brahe

Tycho Brahe (1546 – 1601) después de estudiar en diversas universidades europeas, volvió a Dinamarca, su patria, donde fue nombrado astrónomo real. Gracias a la ayuda del monarca, consiguió construir un observatorio en la isla de Wen en el estrecho de Sund, en el Báltico, el observatorio Uraniborg que se convirtió en uno de los centros de la ciencia de la época.

Cuando perdió el favor del rey emigró a Praga, donde completó su obra y murió. Su importancia para la Astronomía reside en la sistematización de las medidas astronómicas realizadas hasta ahora. En sus « Tablas Rudolfinas » resumió las observaciones que se pueden hacer sin instrumentos ópticos sobre los astros. Demostró también el carácter astronómico – supralunar – y no meteorológico – sublunar – de las « novas » y de los cometas, con lo cual refutaba la afirmación aristotélica, dominante en su tiempo, de la perfección e inmutabilidad de los cielos.

El sistema ticoico

Tycho Brahe propuso un modelo del sistema planetario en el cual la TIERRA ERA EL CENTRO, LA Luna y el Sol se movían a su alrededor, y los otros planetas se movían alrededor del Sol.

Tycho Brahe consiguió con su modelo conciliar la Biblia, las leyes del movimiento de la física aristotélica y la ausencia de la paralaje estelar. Al mismo tiempo su sistema es equivalente, desde el punto de vista matemático, al de Copérnico. El modelo de Tycho obliga a dejar de lado las esferas cristalinas que hasta ahora se había pensado que arrastraban a los planetas a lo largo de sus órbitas. El modelo de Tycho fue rápidamente admitido por los jesuitas, que lo explicaron por tierras de misión.

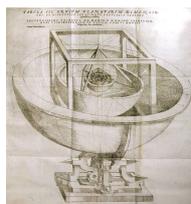
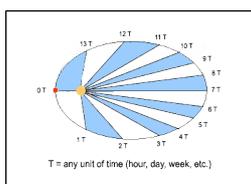
El sistema geo – heliocéntrico tiene antecedentes en la Astronomía antigua (Heráclides y Ecfantos) y medievales (Juan Escoto Eriúgena) pero Copérnico, aunque lo conocía, no le hizo caso.

Johannes Kepler

Kepler nació en Well el año 1575 y murió en Ratisbona en 1630. Estudió Astronomía con el copernicano Mästlin. Además de un gran matemático, fue astrónomo y astrólogo de diferentes monarcas europeos. Obtuvo más recursos de esta última actividad que de sus conocimientos científicos. Su vida fue una continua desgracia. Su madre fue acusada de brujería, su mujer murió loca, siete de sus hijos murieron. Todo

eso hizo que dijera que se refugió en los cielos para huir de esta Tierra. En 1600 se encontró con Tycho Brahe. En 1609 publicó la «Astronomía nova» y en 1619 «Armonices Mundi», obras que son los fundamentos de la Astronomía científica. Kepler consiguió transformar la concepción heliocéntrica de Copérnico en un modelo matemático exacto. Si embargo sus teorías científicas no pueden considerarse del todo acertadas

Las dos primeras leyes de Kepler



Aunque Kepler descubrió la segunda ley antes que la primera, cuando estudiaba las irregularidades de hasta 8 minutos que presentaba el planeta Marte respecto a los sistemas copernicano y ticoico, en su libro “Astronomía Nova” (1619) aparecen enunciadas en orden habitual.

1ª. Los planetas se mueven en órbitas elípticas con el Sol en uno de sus focos.

2ª. La línea que une el centro de un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Esferas de Kepler

Kepler era un astrónomo y matemático **fascinado por la geometría de Euclides**. Veía en el Universo la obra de un divino creador, el **Geómetra Perfecto**. En el afán de descubrir esa geometría pasó gran parte de su vida intentando asociar los 5 sólidos pitagóricos a las órbitas de los planetas alrededor del Sol, anidando unos dentro de otros, en lo que él llamó su "**misterio cósmico**", publicado en 1596.

Basándose en el dodecaedro y en las esferas que surgen del cruce de sus diagonales, pudo situar las órbitas de algunos planetas. Kepler intentaba dar una explicación a las distancias de las órbitas planetarias propuestas por Copérnico, pero atribuyendo su origen al Geómetra Perfecto, ya que no estaba de acuerdo con la visión de Copérnico, que parecía carente de **armonía** y, sin embargo, la presencia del gran Geómetra, suponía que debía contener una geometría perfecta.

A medida que se fueron descubriendo más planetas en el Sistema Solar ésta hipótesis fue cayendo en descrédito, pero su legado más importante fue la idea de un universo que se puede explicar mediante funciones geométricas y fue un anticipo de la **tercera ley de Kepler**

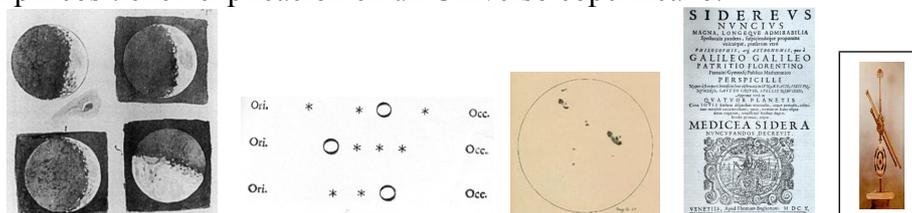
Galileo

Galileo nació en Pisa en 1564 (año en el que murió Miguel Ángel) y murió en Arcetri en 1642 (Año en el que nació Newton). Desde 1597 era un copernicano convencido. En 1604 estudió una estrella *nova* que había aparecido en la constelación de Ofiucus. En 1610 publicó el «Sidereus nuntius» donde describió todos los descubrimientos realizados con un telescopio de unos 20 aumentos construido por él. Los datos obtenidos le sirvieron para confirmar el sistema copernicano. Nadie como él

supo esbozar la problemática filosófica de la nueva ciencia. Sus conflictos con la ideología dominante: la Iglesia y el aristotelismo, culminaron en 1632, año de la publicación de « Los dos Sistemas Máximos del Mundo » y en el proceso al que fue sometido por la Inquisición por sus ideas copernicanas. Se le puede considerar como uno de los creadores de la nueva ciencia.

Telescopio de Galileo

El mismo Galileo describe en « Sidereus Nuntius » (1610) como construyó su primer telescopio: « Basándome en la doctrina de la refracción, primeramente preparé un tubo de plomo, en cuyos extremos coloqué dos lentes, las dos planas en una de sus caras, mientras que, en la otra, una de las lentes era convexa y la otra cóncava ». Con este primitivo telescopio, Galileo se convirtió en el principal propagandista del sistema copernicano, ya que, por una parte, tira por tierra algunas tesis del aristotelismo, como era la perfección y la inmutabilidad de los cielos y, por la otra, sus descubrimientos empíricos tienen explicación en un Universo copernicano.



Dibujos de la superficie de la Luna

Gracias a su telescopio, Galileo descubrió que « la Luna no se encuentra recubierta por una superficie lisa y pulida, sino que, como la faz de la Tierra, está llena de grandes protuberancias, profundas lagunas e infructuosidades ». Este descubrimiento falseaba la creencia tradicional según la cual los cuerpos celestes eran perfectamente esféricos. El dibujo de la Luna está en el « Sidereus Nuntius » de Galileo.

Los astros medicos

Uno de los descubrimientos más espectaculares que realizó Galileo con su telescopio fue el de los satélites de Júpiter, a los que bautizó como « astros medicos » (Medicea sidera) en honor de los Médicis florentinos. Este descubrimiento resultaba de gran importancia para dar crédito al sistema copernicano. El mismo Galileo dijo: « hay cuatro estrellas en el cielo que se mueven alrededor de Júpiter como Venus y Mercurio lo hacen alrededor del Sol ».

Las manchas solares

Con el descubrimiento de las manchas solares, Galileo asesta otro golpe a la tradicional inmutabilidad del cielo. Por otra parte, este descubrimiento nos muestra la ambigüedad científica del siglo XVII. Con su grandeza y sus miserias, porque al parecer fue Kepler el primero en descubrir por accidente las manchas solares. Sin embargo fueron los chinos que libres de prejuicios aristotélicos, ya las habían descubierto hacía siglos.

Contemporáneo de Galileo, el Jesuita P. Critoph Scheiner observó en 1611 las manchas del Sol con el telescopio de Galileo.

Las fases de VENUS

Las fases de Venus, previstas por Copérnico y descubiertas por Galileo gracias a su telescopio, suponían una refutación del sistema ptolemaico mientras que resultaban explicadas por el sistema copernicano.

En el sistema ptolemaico un observador desde la Tierra no podría ver más que la primera media Luna de la cara iluminada de Venus. En el sistema copernicano puede ver casi toda la cara iluminada de Venus en el momento en que este está a punto de pasar por detrás del Sol o en el momento en que lo acaba de hacer. Puesto que en este momento es cuando se encuentra más lejos de la Tierra, es, por eso, que se ve más pequeño.

Portada del libro « Diálogo sobre los dos sistemas máximos »

En esta portada se ve como discuten Aristóteles, Ptolomeo y Copérnico, tema real del diálogo, porque en ellos se enfrentan los dos sistemas principales paradigmas de existían. Galileo, desde su copernicanismo militante, expondrá los argumentos que dan soporte no solamente a la sencillez y a la elegancia del sistema copernicano, sino a su validez objetiva. Esta obra será la que llevará ante la inquisición en 1633

Isaac Newton

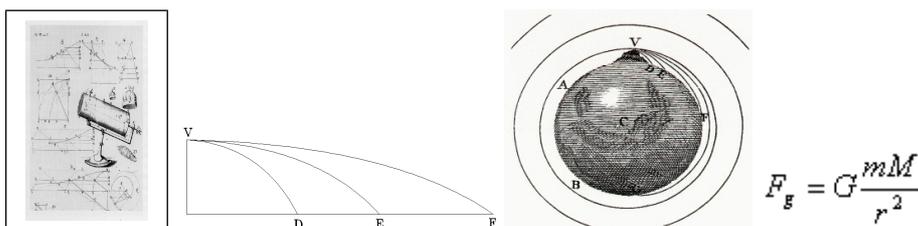
Nació en Woolsthorpe (Lincolnshire) el año 1642 y murió en Londres el año 1727. Fue estudiante y profesor del Trinity College de Cambridge. Los primeros 35 años de su vida fueron los más creativos, porque formuló el teorema del binomio, descubrió el cálculo de fluxiones (análisis infinitesimal), construyó el primer telescopio de reflexión, descubrió la naturaleza de la luz blanca y comprendió el carácter universal de la atracción gravitatoria. Para muchos historiadores de la ciencia es el científico más grande de todos los tiempos. Hombre desagradable, ambicioso, malhumorado, fue de la Royal Society y director de la Casa de la Moneda.

Creó la nueva física y clausuró la revolución copernicana con su ley de la gravitación universal, dándole una base física. Sus obras más importantes son: « Philosophiae Naturalis Principia Mathematica » (1687) y la « óptica » (1704).

El telescopio reflector de Newton

Newton construyó el primer telescopio reflector en 1671. De 5 cm. de diámetro y 15 cm. de largo, podía amplificar objetos de la misma manera que un telescopio ordinario de la época de 180 cm.

El telescopio reflector de Newton es una muestra de los avances de la teoría (Óptica de Newton) y la necesidad de la ciencia de un instrumento tecnológicamente avanzado.



Los satélites como proyectiles

Newton explicó el movimiento de los planetas y satélites como si fuesen enormes proyectiles lanzados a una velocidad tan grande que no acaban de caer nunca sobre la superficie de la Tierra y así giran siempre a su alrededor. En « De Systemate Mundi » (1666) Newton explicaba así la figura: « Si examinamos el movimiento de los proyectiles entenderemos. Fácilmente que los planetas se mantienen en sus órbitas gracias a las fuerzas centrípetas (...). Si ahora imaginamos cuerpos lanzados en direcciones paralelas hacia un horizonte cada vez más alto, 5, 10, 100, 1000 o más millas o como varios semidiámetros de la Tierra entonces aquellos cuerpos, según sus diferentes velocidades y diferentes fuerzas de gravedad de acuerdo con sus altitudes, describen curvas concéntricas a la Tierra o bien diversamente excéntricas y seguirán girando en el cielo con estas mismas trayectorias tal como lo hacen los planetas en sus órbitas ».

Fuentes de consulta

- RUSSELL HANSON, Norwood.: *Constelaciones y conjeturas*. Alianza Editorial. Madrid, 1978
- KUHN, Thomas S.: *La revolución copernicana*. Ariel; Barcelona, 1978.
- KOESTLER, Arthur.: *Los sonámbulos*; EUDEBA; Buenos Aires, 1967.
- Ferrys, Timothy.: *La aventura del Universo*. Crítica; Barcelona, 1990
- TATON, René.: *Historia General de las ciencias*. Orbis, Barcelona, 1988

<http://www.tayabeixo.org/historia/>; www.astromia.com
www.thales.cica.es/rd/recursos ; www.iac.es