

Mecánica celeste

Las civilizaciones babilónicas y egipcias se asemejan en muchos aspectos. Las dos tienen un origen oriental, y en ambas la ciencia es monopolio de un sacerdocio muy organizado, con tintes prosaicos y práctica, no movidas por un interés cognoscitivo, sino por el deseo de una ganancia material. Se trataba de generalizaciones empíricas, pero no había búsqueda de razones o teorías unificadoras. En astronomía los cielos eran patentes y asombrosos, y la regularidad de los movimientos celestes, no podía pasar inadvertida. Esa regularidad suministra al hombre los procedimientos esenciales para medir el tiempo y elaborar calendarios. Los cuerpos celestes, y especialmente el Sol, eran naturales objetos de adoración. La astronomía tenía un sentido religioso, como se ve en la orientación de los templos y otras construcciones de significación religiosa, como la Gran Pirámide de Gized.

Los fenicios, por su interés de comerciantes, desarrollaron la navegación matemática y prestaron gran interés al movimiento celeste. La geometría y la aritmética serán compañeras de la astronomía. En estas disciplinas los fenicios y los babilónicos, fueron superiores a los egipcios.

Los griegos tenían un gran talento matemático, y pudieron tener una concepción más abstracta y avanzada. Pensaban en la redondez de la tierra ya que como navegantes, habían observado que cuando se acerca un barco, lo primero que se ve son las velas sobre el horizonte, y sólo más tarde el casco. Su sistema carecía de argumentos para esto, pero desarrollaron un sistema abstracto. Pensaban que la Tierra ocupaba el centro del sistema y que ésta estaba en reposo (ya que de lo contrario habrían percibido el movimiento. Aunque si era esférica quedaba pendiente nuestra sujeción al suelo (gravedad)), y que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas se movían en órbitas circulares alrededor.

La concepción griega queda recogida en la obra de **Aristóteles** *Sobre el Cielo*. En éste presentó dos argumentos más para señalar que la Tierra era una esfera. En primer lugar, advirtió que la causa de los eclipses de la Luna era que la Tierra se interponía entre el Sol y la Luna, ya que la sombra de la Tierra sobre la Luna era siempre redonda. El segundo argumento lo aprendió en sus viajes. Observó que la Estrella Polar estaba más baja en el cielo cuando se veía en el sur que cuando se veía en regiones más septentrionales. Realizó incluso una estimación basada en la diferencia entre Egipto y Grecia, según la cual la circunferencia de la Tierra mediría 400.000 estadios. El planteamiento para los medios del momento era muy acertado, aunque no la medición del espacio.

El que la Tierra estuviera fija en el centro, cosa que señalaba la evidencia inmediata, dificultó un sistema apropiado, y se presentó un sistema de esferas y contraesferas poco útil, y que no cumplía con el principio básico de la sencillez de la ciencia. Por eso, paralelamente se fue desarrollando otro más sencillo científicamente, en el que la Tierra se desplazaba matemáticamente, aunque no podían explicarlo físicamente.

El sistema que hereda el astrónomo egipcio **Claudio Ptolomeo** del siglo II, tiene la Tierra en el centro y ocho esferas por las que circulan la Luna, El Sol, las estrellas y los planteas conocidos (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), pero arrastra una inconsistencia en la que la Luna seguía una trayectoria a distancia de la Tierra que en ocasiones era doble (Absurdo científico).

Crisis del paradigma). El sistema celeste era demasiado complicado (Principio de simplicidad), y necesitaba una simplificación teórica. Ptolomeo admitió que el movimiento diario de los cielos era más fácil de explicar suponiendo que la Tierra gira alrededor de su eje, como había indicado Heráclides, pero hasta Copérnico esto no podrá ser admitido.

La simplificación teórica, viene de la mano de Aristarco de Samos, según la cual es la Tierra la que se mueve alrededor del Sol, pero el pensamiento griego no estaba preparado todavía para esta idea. El desprecio por la filosofía atomista de Demócrito (horror al vacío), dio lugar a un estancamiento de la física y la química moderna, y no pudo haber un andamiaje que pudiera explicar esto. Fue por esto que se desarrolló un sistema de doble verdad, físico y matemático, que además competían con la Revelación cristiana. La conquista árabe, supuso un gran avance astronómico, por la necesidad religiosa de rezar en orientación a la Meca, combinada con la matemática hindú. La civilización medieval mahometana, extendida por la orilla meridional del Mediterráneo, y con España como puente de Europa, mantuvo viva la ciencia antigua e influyó en la cristiana. En el siglo XI, Arzajel de Toledo hizo la genial indicación de que las órbitas de los planetas podían ser elípticas, pero la idea no se tomó en serio. La observación astronómica fue desarrollándose sistemáticamente y se perfeccionaron sus técnicas de extraordinaria precisión. Los mapas celestes están impregnados de nombres árabes (Betelgeuse, Algol, Fomalhaut, "cenit", "nadir", "azimut" ...)

Los dirigentes eclesiásticos no pudieron pasar por alto estos avances. Y el renacer del humanismo se renovó en la lucha entre la Autoridad y la Razón. El progreso científico tuvo un gran avance geométrico, y un gran desarrollo mecánico. El primero comienza en 1514, con el sacerdote polaco Nicolás Copérnico. Éste estudió una concepción revolucionaria durante 28 años, que se publicó tras su muerte, por miedo a ser condenado. *De revolutionibus orbium coelestium* (Sobre la revolución de las esferas celestes), destaca que el Sol estaba en reposo en el centro y la Tierra y los planetas se movían en órbitas circulares alrededor del Sol. Entre otras ideas, señala que la distancia de la tierra con el sol, es pequeña comparada con la distancia a las estrellas. Esto afirma unos tamaños celestes muy superiores a los imaginados, lo cual preocupaba a la Iglesia, que hacía una interpretación literal de las Sagradas Escrituras, y creía que con esos tamaños, las almas se le podrían perder. Tras desarrollar ideas esenciales (como que los movimientos celestes son uniformes, eternos y circulares; que el centro del universo se encuentra cerca del Sol; que alrededor de éste, se encuentran Mercurio, Venus, la Tierra y la Luna, Marte, Júpiter, Saturno (y no se conocían Urano y Neptuno); que las estrellas son objetos distantes que permanecen fijos, y por tanto no orbitan alrededor del Sol; que la Tierra tiene tres movimientos: la rotación diaria, la revolución anual, y la inclinación anual de su eje; y que la distancia de la Tierra al Sol, era pequeña comparada con la distancia a las estrellas) que Tycho Brahe y Kepler seguirán este desarrollo.

Johannes Kepler (1561- 1630), matemático y astrónomo alemán, modificó las esferas planetarias por elipses que se trazaban por el sistema de atracción de fuerzas, por influencia de la teoría de las fuerzas magnéticas (imanes). Como astrónomo concienzudo realizó muchos cálculos sobre las distancias celestes.

Galileo Galilei descubrió con su telescopio que Júpiter estaba acompañado por varias lunas (satélites pequeños) Esto implicaba que no todas las cosas tenían que orbitar directamente en

torno a la Tierra. También señaló que las sombras de la luna, eran una EVIDENCIA (La DEMOSTRACIÓN, es la característica de la Ciencia Moderna), de que la teoría aristotélica era insostenible.

Hasta 1687 no se ofreció una explicación, cuando **Newton** publicó sus *Principia mathematica naturalis causae*. En ella no sólo proponía una teoría de cómo los cuerpos en el espacio y el tiempo, sino que también desarrolló las matemáticas necesarias para dichos movimientos, además de postular una ley de gravitación universal. Esta ley señalaba que cada cuerpo en el universo es atraído hacia cualquier otro cuerpo, por una fuerza que era más intensa cuanto más masivos eran los cuerpos y más próximos estaban (contemplación de la manzana y la luna). Según la ley de la gravedad, la Luna se mueve en una órbita elíptica alrededor de la Tierra, y hace que la Tierra y los planetas sigan trayectorias elípticas alrededor del Sol. Con esto se pudieron eliminar las órbitas celestes de la antigüedad rellenas de éter, y que recogió Ptolomeo, con la idea de frontera natural.

Las estrellas fijas no parecían cambiar sus posiciones relativas cuando la Tierra daba vueltas alrededor del Sol. Por eso, se tomó como natural que las estrellas fijas eran objetos como nuestro Sol, pero mucho más alejadas. Esto planteaba un problema, ya que las estrellas deberían atraerse mutuamente, y, por lo tanto, parecía que no podían permanecer esencialmente en reposo. Newton frente a las críticas argumentó que si hubiera un número infinito de estrellas, no habría ningún punto central en el que juntarse. El enfoque correcto sería considerar una situación finita en la que todas las estrellas se mueven unas hacia otras. Hoy sabemos que es imposible tener un modelo estático infinito del universo en el que la gravedad sea siempre atractiva.

Antes del siglo XX, a nadie se le ocurrió pensar que el universo se estaba expandiendo o contrayendo. Se tenían modelos eternos, y a pesar de que los hombres envejecían y morían, el universo “era eterno”. Por esta razón, los seguidores de la teoría de la gravedad modificaron la teoría (“parche”/ “ad hoc”, “crisis de paradigma”) haciendo que la fuerza gravitatoria fuera repulsiva a distancias muy grandes, permitiendo una distribución infinita de estrellas en equilibrio en la que las fuerzas atractivas entre estrellas vecinas estarían contrarrestadas por las fuerzas repulsivas procedentes de las que estaban más alejadas. Hoy sabemos que ese equilibrio sería inestable, porque si las estrellas de una región se acercasen ligeramente, las fuerzas atractivas entre ellas se harían más intensas y dominarían sobre las repulsivas, y las estrellas se acercarían, y sin embargo se alejan. La dificultad estaba en un universo estático e infinito.

En 1929, Edwin **Hubble** destacó que las estrellas distantes, se alejaban rápidamente de nosotros, y que esto se explicaba porque el universo se estaba expandiendo, y que en tiempos anteriores los objetos se encontraban más próximos. De hecho, entre 10.000 y 20.000 millones de años todo estaba en el mismo lugar. Fue entonces cuando se sugirió que el universo fue muy denso “Big bang”

Stephen W Hawking (Oxford 1942 y cátedra de Cambridge) Desarrolla las Leyes fundamentales que rigen el universo. Considera que los agujeros negros, que se forman cuando una estrella masiva o un cuerpo aún mayor, colapsa sobre sí misma y su propia atracción gravitatoria. La mecánica cuántica señala como escapa la energía de los agujeros negros. También señala la

extensión finita del Universo, pero sin fronteras ni bordes... (Como la superficie de la Tierra, pero con dos dimensiones más. Marca las Leyes de la Física, simétricas al tiempo (el pasado es diferente del futuro). Actualmente se busca una teoría unificada que incluya gravitación y mecánica cuántica.