

EVOLUCION DE LA CONCEPCION DEL UNIVERSO

R. GARCIA MOLINA Y M. ORTUÑO

Traductor al español de "Historia del tiempo" de Stephen Hawking, MIGUEL ORTUÑO se doctoró por Cambridge en 1980 y trabajó en la Universidad de California hasta 1982. Actualmente es catedrático de Física en la Universidad de Murcia. Ha traducido también -junto a García Molina y Jesús Ruiz- "¿Juega Dios a los dados?", de Ian Steward. Es autor de más de 60 artículos en revistas especializadas internacionales sobre sistemas

complejos, caos y estructuras fractales, y de un texto de Física para COU, área de la que es coordinador por el distrito universitario murciano. RAFAEL GARCIA MOLINA, doctor y profesor titular en esta misma Universidad, ha publicado, también en prensa especializada internacional, unos 30 artículos sobre interacción de partículas cargadas con la materia. Para ambos, la divulgación científica es, más que una afición, una auténtica vocación.

En este artículo, vamos a describir someramente la evolución de las ideas científicas de la humanidad acerca del universo. Esperamos que sirva de guía y estímulo al lector interesado.

Desde los tiempos más remotos, la humanidad ha mostrado su preocupación por comprender los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza.

En muchos pueblos primitivos había un conjunto selecto de personas que se ocupaba de registrar los acontecimientos más notables que podían apreciarse en los cielos (eclipses, cometas, ciclos de la Luna, etc.). A partir de estos registros, en algunos casos se podía llegar a predecir con bastante exactitud el momento en que tendría lugar un eclipse, por ejemplo. Dada la espectacularidad de este tipo de fenómenos naturales, es fácil comprender que, con frecuencia el grupo dominante empleara esta capacidad de predicción para imponer su voluntad.

Los "beneficios" que obtenía esta élite se podían convertir a veces en molestias. Ahí tenemos el ejemplo de algunos astrónomos reales que no consiguieron predecir correctamente la fecha de un eclipse y fueron ejecutados por ello. O el pobre emperador de China, que tenía que levantarse a las cuatro de la mañana todos los días, porque si no se levantaba no había seguridad absoluta de que saliese el sol.

Este seguimiento de los fenómenos del firmamento observables a simple vista permitió la elaboración de tablas con las posiciones de muchos objetos celestes, las cuales fueron adquiriendo grados de perfección tanto más notables cuanto más avanzadas eran las culturas que hacían uso de ellas. Entre estas culturas cabe mencionar las que florecieron en Egipto, en Mesopotamia y en el Imperio Maya.

Pero fue en Grecia donde se originaron los principales esquemas de pensamiento científico de los que se ha nutrido la tradición científica occidental.

Y esto fue así, no porque los griegos fueran mejores observadores o manejaran mejor las matemáticas que las cul-

turas de su entorno geográfico, sino porque no buscaron en los dioses una explicación de lo que ocurría en la naturaleza, sino que pensaron por ellos mismos. De este modo se propusieron los primeros modelos para describir el comportamiento de los astros. El más conocido fue el debido a Tolomeo de Alejandría (100-160 d.C.), quien, acorde con la idea del hombre como centro de la creación (imperante en la época), consideró que la Tierra ocupaba el centro del universo y que los objetos celestes (los planetas y el Sol) giraban en torno a ella.

A medida que mejoraron las observaciones, la teoría de Tolomeo (llamada geocéntrica) necesitaba incorporar elementos matemáticos cada vez más complicados y artificiales, y con ello fue perdiendo su simplicidad original. Sin embargo, el modelo geocéntrico (con sus consiguientes modificaciones) perduró hasta el siglo XVI, en que el monje polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) propuso una solución más simple para describir el movimiento de los cuerpos del firmamento. Esta consistía en considerar que todos los planetas -incluida la Tierra- giraban alrededor del Sol. Aunque, en honor de la verdad, hay que reconocer que esta idea no era completamente nueva, ya que la había propuesto por primera vez el astrónomo griego Aristarco (s. III a. C.). A esta teoría se le conoce como teoría heliocéntrica.

Con posterioridad a Copérnico, en la isla danesa de Hveen, situada en el estrecho de Sund, Tycho Brahe (1546-1601) instaló lo que podríamos considerar la primera institución científica de los tiempos modernos: Uraniborg o Castillo de los Cielos, donde realizó un colosal trabajo de mediciones astronómicas, muy precisas para la época.

El alemán Johann Kepler (1571-1630), quien trabajó unos pocos años como ayudante de Tycho Brahe, se dio cuenta, gracias a su sólida formación matemática, de que las mediciones de Brahe debían de encajar en unas pautas de comportamiento describable matemáticamente. Tras diversos intentos fallidos, consiguió finalmente hallar dichas

pautas y enunció las tres leyes que llevan su nombre. Las tres leyes de Kepler proporcionan una descripción completa de las órbitas de los planetas alrededor del Sol (tamaño, velocidad, período,...).

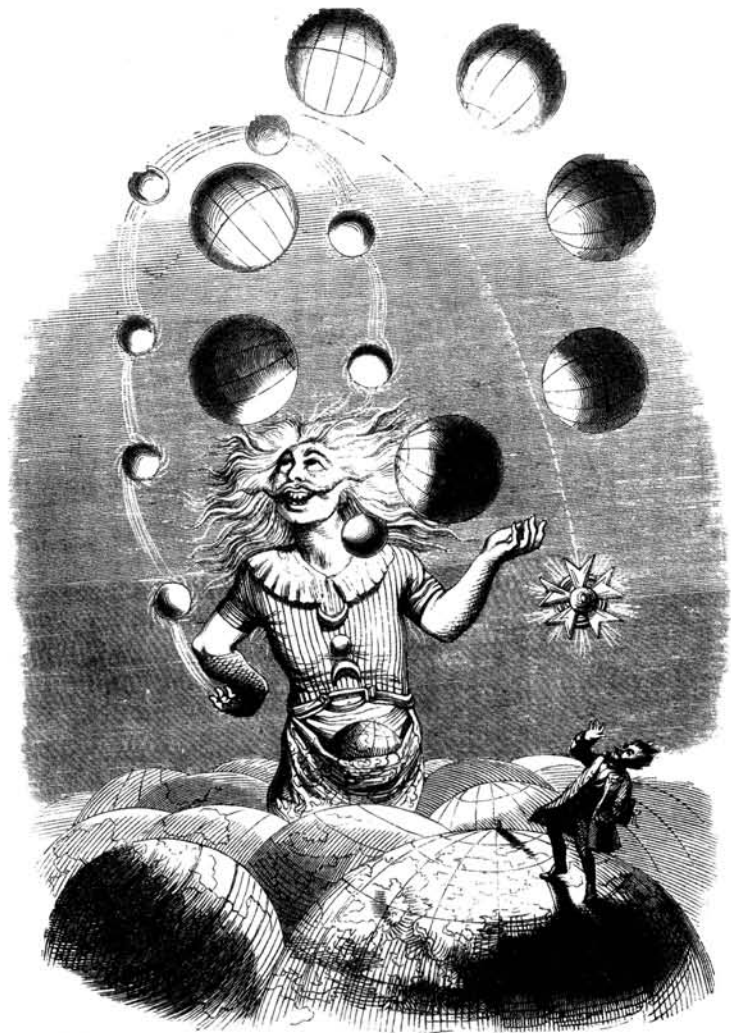
Dejemos por un momento el seguimiento histórico del proceso que se siguió en la descripción del movimiento de los objetos celestes y ocupémonos, aunque sea brevemente, de otra de las cuestiones que también han preocupado grandemente a la humanidad: el movimiento de los cuerpos sobre la superficie terrestre. Piénsese, sin ir más lejos, en lo importante que resultaba para muchos pueblos el poder controlar las trayectorias de los proyectiles. Este dominio de la teoría del tiro, permitiría a quienes lo poseyesen el poder dirigir sus disparos al lugar que estratégicamente considerasen más conveniente.

Durante muchos siglos el estudio del movimiento de los objetos terrestres estuvo dominado por el pensamiento de *Aristóteles* (384-322 a. C.), que resumido, viene a decir que los cuerpos se mueven tendiendo a ocupar su lugar natural de reposo. Así, las piedras, después de lanzadas tienden a volver al suelo (de donde proceden). Desde luego, esta teoría no facilitó demasiado el avance de la dinámica (la ciencia que estudia el movimiento en función de las causas que lo producen). Hubo que esperar hasta el siglo XVI, en que *Galileo Galilei* (1564-1642) comenzó a estudiar concienzudamente el movimiento de los cuerpos, empleando una forma de proceder muy similar a lo que hoy se conoce como método científico. Cabe recordar sus observaciones de las oscilaciones realizadas por la lámpara de la catedral de Pisa, o sus experiencias dejando caer objetos por planos inclinados. Mediante estas observaciones fue capaz de deducir la fórmula del período de un péndulo y de describir la caída libre (o acelerada) de los objetos. Mediante sus observaciones con telescopio de los cuerpos celestes, Galileo también participó del devenir histórico que siguieron las teorías astronómicas. De hecho, debido a su defensa del sistema copernicano, fue procesado y condenado por la Inquisición.

Llegados a este punto, podemos resumir diciendo que a finales del siglo XVI se disponía de los conocimientos suficientes para describir, por un lado, el movimiento de los objetos celestes, y por otro, el de los cuerpos terrestres, pero de un modo independiente. La idea genial de *Isaac Newton* (1642-1727) fue darse cuenta de que se podían utilizar los mismos modelos y métodos para describir los fenómenos celestes y los terrestres, lo que supuso una gran revolución en el modo de proceder de la ciencia.

Otra gran contribución de Newton a la ciencia de su época fue la formulación de las leyes de la dinámica, las cuales describen el movimiento relacionándolo con la causa (fuerza) que lo produce. Con sus tres leyes de la dinámica y su ley de la gravitación universal, Newton consiguió explicar la mayoría de los fenómenos físicos conocidos en su época.

Las leyes de Newton explican el comportamiento de los objetos celestes, pero no nos describen ni su situación, ni su



tamaño, número, etc... Ellas nos ayudaron a conocer perfectamente el Sistema Solar, pero no nos sirvieron, en un primer momento, de gran ayuda para entender las características del universo profundo. Se necesitaron renovados esfuerzos hasta que llegamos a comprender en cierto detalle la estructura a gran escala del universo.

Una de las primeras contribuciones importantes al entendimiento del universo se debió a *Immanuel Kant*. La realizó cuando aún no era el filósofo de fama mundial. El joven Kant leía todo lo que caía en sus manos, desde la historia de la teología hasta los tratados de Newton. Un día leyó en un periódico una reseña de un libro sobre el universo, que erróneamente suponía a éste como una esfera hueca con las estrellas en su superficie. La reseña malinterpretaba el libro y dio pie a que Kant supusiera, correctamente, que las estrellas (de nuestra galaxia) están dispuestas en una región del espacio con forma de disco. Ello está más de acuerdo con la apariencia de la Vía Láctea.

Kant también comprendió que el universo podía estar formado por muchas de estas agrupaciones de estrellas, que hoy en día conocemos como galaxias. Las nebulosas circulares y elípticas, ya observadas en aquellos tiempos, pero de naturaleza aún desconocida, no serían más que galaxias con forma de disco. Las elípticas estarían inclinadas con respecto a nuestra visual.

La confirmación experimental de las ideas de Kant se debió, en parte, a *William Herschel* (1738-1820). Este, de profesión músico, era también un lector incansable, lo que le indujo a aficionarse por la astronomía, a la vez que entenderla. Construyó, primero con sus ahorros y luego con ayuda real, el más grande telescopio de la época. Se trataba de un telescopio reflector (inventado por Newton) y carecía de tubo. Además de descubrir el planeta Urano, tomó la acertada decisión de observar más allá del Sistema Solar. Ello le permitió encontrar, y describir con acierto y precisión, muchísimas galaxias.

A pesar de los descubrimientos de Herschel, no se pudo confirmar científicamente el modelo de Kant de las nebulosas hasta principios de nuestro siglo. Existían dos escuelas de pensamiento acerca de la naturaleza de las nebulosas. Una, la de Kant, que las suponía formadas por grandes cantidades de estrellas, y la otra, conocida como hipótesis nebular, que las consideraba torbellinos de gas que luego formaban una estrella. De acuerdo con este segundo modelo, sólo habría un aglomerado de estrellas, nuestra galaxia. Según el modelo de Kant, existirían muchísimos universos-islas dentro del universo. Y éste sería tremendamente mayor de lo imaginado anteriormente.

La mayoría de las observaciones parecían apoyar la hipótesis nebular. Sin embargo, *Edwin Hubble* (1889-1953) consiguió la prueba definitiva de que las nebulosas son galaxias al identificar cefeidas en la nebulosa de Andrómeda. Las cefeidas son estrellas de intensidad luminosa variable, con un período de cambio que es función de su tamaño, lo que ya se sabía en aquella época. Una luminosidad variable no tenía cabida, sin embargo, en la hipótesis nebular. Así, el descubrimiento de una cefeida en Andrómeda, no sólo probaba que las nebulosas estaban formadas por estrellas, sino que permitía medir sus distancias respecto de la Tierra al suministrarlos, a través de su período, información sobre su tamaño.

Cinco años después del anterior descubrimiento, Hubble realizó un nuevo gran hallazgo que cambió drásticamente nuestra imagen del universo. Tras haber localizado un gran número de galaxias, comparó sus distancias a la Tierra con sus respectivos corrimientos hacia el rojo. Estos cambios de frecuencia, producidos por el efecto Doppler, se deben a que las galaxias se mueven con respecto de la Tierra. Como el corrimiento es hacia el rojo, o sea, hacia menores frecuencias, las galaxias se están alejando de nosotros. Al comparar la separación de las galaxias, respecto de noso-

tros, con sus corrimientos hacia el rojo halló que eran proporcionales entre sí. Esto probaba que las galaxias se alejan de nosotros con una velocidad tanto mayor, cuanto mayor es su separación. En consecuencia, el universo como un todo se expande.

Hubbe no comprendió la importancia de su descubrimiento; fue *Georges Lemaître*, un clérigo y matemático belga, el que supo relacionar el hallazgo de Hubble con la expansión del universo, predicha teóricamente por la teoría de la relatividad general elaborada por *Einstein* (1879-1955). Lemaître también fue quien sugirió que, en un principio, el universo debió de estar muy concentrado, si bien no poseía los conocimientos necesarios para una explicación cuantitativa. Con su actitud atrajo la atención de los principales físicos del momento, y pronto se llegó al convencimiento de la existencia del big-bang, o explosión inicial.

La prueba de la existencia del big-bang vino de la mano de *George Gamow*, quien, como Einstein, nunca perdió su curiosidad infantil y su capacidad de asombro. Siempre estuvo intrigado por el origen del universo. Pensó que debería existir hoy en día una radiación de fondo, vestigio de la explosión inicial. Calculó sus características, y diez años más tarde se halló experimentalmente dicha radiación de fondo.

Como hemos visto, comenzando por una descripción burda del firmamento, el espíritu científico ha llevado a la humanidad a profundizar en el conocimiento de las entrañas del universo. Seguro que la cadena de descubrimientos científicos continuará y no dejará de sorprendernos.

BIBLIOGRAFIA

- Giorgio Abetti; *Exploración del universo*. Guadarrama, Punto Omega.
- Isaac Asimov; *El Universo*. Alianza.
- Isaac Asimov; *Cien preguntas básicas sobre la ciencia*. Alianza.
- John D. Bernal; *La proyección del hombre. Historia de la Física Clásica*. Siglo XXI.
- I. Bernard Cohen; *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Alianza.
- Timothy Ferris; *La aventura del Universo*. Crítica.
- George Gamow; *Biografía de la Física*. Salvat-Alianza.
- Stephen Hawking; *Historia del tiempo*, Crítica.
- Juan Vernet; *Astrología y astronomía en el Renacimiento. La revolución copernicana*. Ariel.

