

El Big-Bang y la evolución química de la Tierra

Introducción

En este trabajo presentamos una breve historia de la evolución química de la materia desde su origen hasta la actualidad. Iniciamos nuestro relato hablando sobre el origen de las formas más incipientes de la materia en el universo durante el Big Bang (la Gran Explosión), que ocurrió hace unos 13,700 millones de años. Después continuamos de manera cronológica tratando la formación de los *bariones* (protones y neutrones) a partir de partículas muy primitivas llamadas *quarks*. Luego se discute el origen de los núcleos de los elementos e isótopos primordiales, y la formación de los primeros átomos en la llamada "era de la recombinación". Posteriormente se describe la aparición de las primeras moléculas y las primeras estrellas (era oscura), y la formación de los elementos pesados por procesos de fusión nuclear en el interior de las estrellas, o bien, durante el breve lapso de tiempo en que éstas explotan como supernovas. Después de discutir esta serie de transformaciones de la materia en el universo, finalmente se analiza la formación del sistema solar y la evolución química de nuestro planeta.

La teoría del Big Bang

La expansión del Universo fue descubierta por el astrónomo Edwin Hubble en 1929, basándose en el hecho empírico de que las galaxias más lejanas se mueven alejándose de nosotros con mayor velocidad que las más cercanas. Esta relación conocida como la Ley de Hubble, se expresa matemáticamente como $V=H_0r$, donde r es la distancia a la galaxia, V es la velocidad con que se aleja y H_0 es la famosa constante de Hubble. La expansión del universo resulta también en forma natural al resolver las ecuaciones de Einstein sobre la Relatividad General. Estas soluciones fueron encontradas por Alexander Friedmann en 1922, y de manera independiente por George Lemaître en 1927. Fue el mismo Lemaître, un sacerdote jesuita belga,

quien propuso la teoría del Big Bang (BB). Aunque bien recibida por Einstein, esta teoría no fue aceptada por la comunidad científica sino hasta 1965, año en que se encuentran las "cenizas" de la Gran Explosión, es decir la radiación de fondo del universo. Otro de los grandes pilares de la teoría del BB es la predicción que ésta hace sobre la abundancia de los elementos primordiales, tema sobre el cual hablaremos más adelante.

El origen de la materia en el universo

En el principio la materia existía en forma de partículas muy elementales, incluyendo quarks, leptones (electrones y neutrinos) y algunas otras partículas exóticas. La presencia de protones y neutrones sólo pudo darse más adelante, cuando debido a su expansión, el universo redujo considerablemente su temperatura, contando entonces con una edad de una millonésima de segundo. Posteriormente, al llegar a los mil millones de grados centígrados de temperatura, empieza el proceso de combinación de neutrones y protones para formar los núcleos de ^2H (deuterio) y la amalgamación de éstos para formar núcleos de ^4He (también conocidos como partículas alfa), así como de pequeñas cantidades de litio. Esta formación de núcleos primordiales, ocurrió cuando el universo contaba con aproximadamente 3 minutos de vida.

La época de recombinación

El siguiente paso importante en la vida del universo ocurrió en el momento en que la temperatura del universo alcanzó los 3000°K ; es en este momento cuando se forman los primeros átomos. Anteriormente, la luz era incapaz de viajar por el espacio más de unos cuantos centímetros debido a que interactuaba fuertemente con la materia. Durante el llamado "proceso de recombinación", los núcleos (cargados positivamente) se unieron con los electrones (de carga negativa) para formar núcleos neutros, los cuales ya no interactúan fuertemente con la luz. Por esta razón el universo se volvió transparente.

Debido a que el estudio de la radiación de fondo en el universo ocurre precisamente en la época de recombinación, los grandes avances observacionales han permitido llegar a comprender bastante bien este período en la vida del universo.