INVESTIGANDO UNA EXPLOSIÓN

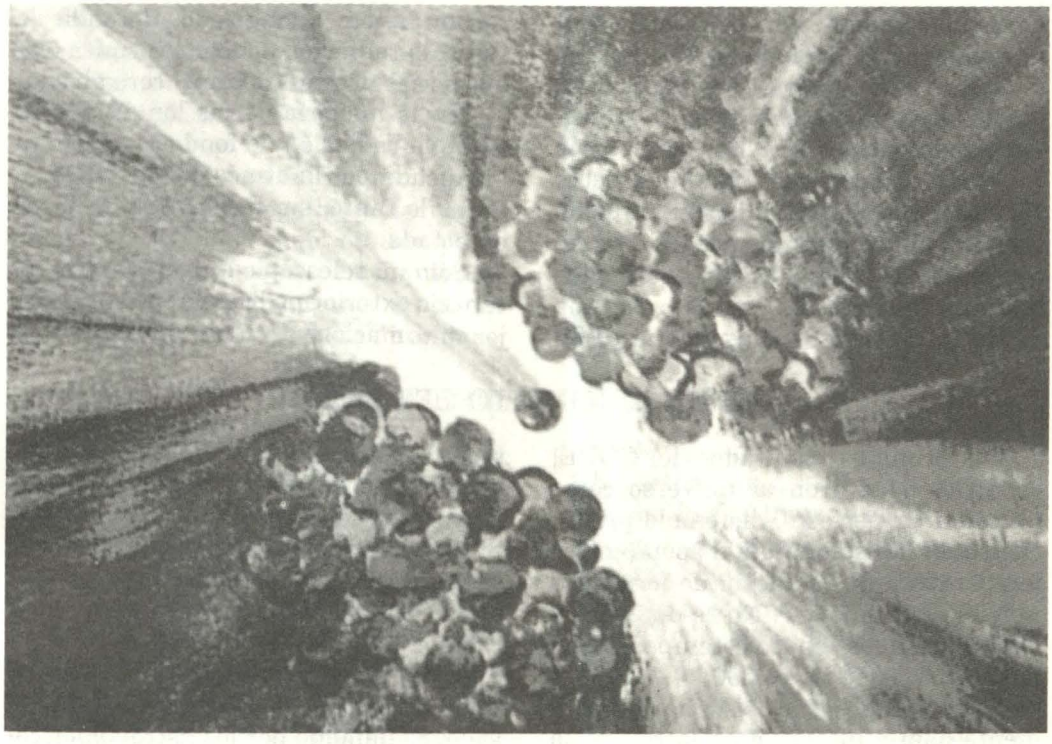
Capitán de Fragata
Juan Polo Wood

El 24 de abril de 1992 los periódicos en todo el mundo proclamaron el gran avance de un equipo de investigación estadounidense. Un equipo de astrofísicos informó los hallazgos del satélite Cosmic Background Explorer (COBE, explorador del fondo cósmico); eran la confirmación de un evento, la gran explosión caliente

LA GRAN EXPLOSIÓN

El modelo de la gran explosión caliente dice que la totalidad del universo físico –materia, energía y las cuatro dimensiones del espacio y el tiempo– prorrumpió de un estado de densidad, temperatura y presión infinitas o casi infinitas. El universo se expandió a partir de un volumen mucho más pequeño que un grano de arena, y continúa expandiéndose.

Richard Tolman explicó en 1992 que, dado que el universo se está expandiendo, debe estar enfriándose a partir de una temperatura inicial excepcionalmente alta. Según la termodinámica, todo sistema en expansión debe estar enfriándose simultáneamente. George Gamow descubrió en 1946 que sólo un enfriamiento rápido del cosmos desde temperaturas infinitamente altas podría explicar cómo los protones y los neutrones se fusionaran entre sí.



COMO UN HORNO

El comienzo del universo y su desarrollo se parecen a un horno caliente de cocina. Al abrir la puerta del mismo, el calor atrapado adentro se escapa. La disipación del calor tiene lugar a medida que el calor se expande fuera del horno. La energía radiante que estaba confinada en unos pocos centímetros cúbicos se extiende ahora por toda la cocina. La cavidad del horno se enfría con el tiempo hasta alcanzar la temperatura del recinto, el que quedará sólo un poco más caliente que antes.

Conociendo la temperatura pico en el horno, el volumen de esa cavidad y el volumen del cuarto a través del cual el calor se disipa, puede determinarse cuánto el cuarto se va a calentar.

Si quisiéramos secar unas toallas mojadas, sería necesario controlar la temperatura del horno, así como la velocidad a la que el horno dispersa su calor hacia el recinto. Si el horno estuviera demasiado caliente o la disipación fuera demasiado lenta, las toallas se calcinarían. Si el horno estuviera demasiado frío o la disipación del calor fuera demasiado rápida (recinto demasiado grande, o las toallas estuvieran demasiado lejos) las toallas no se secarían.

Si el universo se expandiera con demasiada lentitud, demasiados nucleones se fusionarían entre sí para formar los elementos más pesados. Resultarían pocos elementos livianos necesarios para la química de la vida. Si la expansión

fuera más rápida, demasiados nucleones se fusionarían en elementos más livianos, y también resultarían pocos elementos pesados necesarios para la química de la vida.

Gamow calculó, en 1948, que debería encontrarse una radiación tenue de sólo unos 5° centígrados por sobre el cero absoluto (-273° centígrados) en todas partes del universo.

En 1964, Arno Penzias y Robert Wilson midieron, a longitudes de onda de radio, la radiación de fondo cósmica (calor): era 3° Celsius sobre el cero absoluto. En la mayoría de las longitudes de onda, la radiación de fondo cósmica era bloqueada por la atmósfera de la tierra y, por lo tanto, sin posibilidades de ser detectada.

Sólo un telescopio que operara en el espacio exterior podría obtener una mejor información.

DESCUBRIMIENTO DEL COBE

Los primeros resultados del COBE, en 1990, mostraron al universo como un radiador perfecto, disipando prácticamente toda su energía disponible. La temperatura de radiación de fondo era muy baja y uniforme. No se detectaron irregularidades en las temperaturas hasta una parte en 10.000.

Esta temperatura extraordinariamente baja y uniforme en la radiación cósmica de fondo convenció a los astrónomos que el universo debió haber tenido un comienzo extremadamente caliente entre 15 y 20.000 millones de años atrás.

La temperatura medida para la radiación de fondo fue de 2,74° centígrados sobre el cero absoluto. Las desviaciones entre los resultados del COBE y el espectro de un radiador perfecto fueron de menos de 1%.

Imaginen que el horno estuviera rodeado de cientos de termómetros, cada uno colocado exactamente a la misma distancia del horno. Algún tiempo después que el horno hubiera sido calentado, apagado y su puerta abierta, cada termómetro indicaría exactamente la misma temperatura. El flujo de calor de la cavidad del horno hacia el recinto primó sobre las corrientes de aire del recinto. Entonces, la temperatura original del horno debió haber sido mucho mayor que la temperatura del recinto. Si los termómetros indicaran una temperatura extremadamente baja, es que habría transcurrido un tiempo considerable.

Este origen caliente del cosmos, unos miles de millones de años en el pasado, es llamado por los astrónomos como la gran explosión (big bang).

La temperatura baja y uniforme de la radiación cósmica de fondo y su adecuación al espectro de un radiador perfecto indican que el universo ha sufrido una degradación de energía enorme, típica de una gran explosión. La degradación de energía se mide por una cantidad llamada entropía. La entropía describe el grado en que la energía en un sistema cerrado se dispersa o se irradia (como calor), y de esa forma deja de estar disponible para realizar trabajo.

Una gran explosión caliente podría explicar una entropía específica tan grande para el universo, cerca de mil millones. Si la entropía específica fuera algo mayor o menor, las estrellas y planetas no hubieran existido en ningún momento de la historia del universo.

La radiación de fondo no debería ser

perfectamente uniforme. Algún grado de ´´no uniformidad´´ sería necesario para explicar la formación de galaxias y racimos de galaxias. Los resultados fueron anunciados el 24 de abril de 1992.

Estas mediciones refinadas mostraban irregularidades en la radiación de fondo, tan grandes como de una parte en 100.000 aproximadamente, y aparecían en idénticas ubicaciones en el cielo, a tres longitudes de onda diferentes. Las amplitudes de las fluctuaciones eran consecuentes con el nacimiento y crecimiento de las galaxias.

Las desviaciones desde los resultados de 1990 del COBE y el espectro para un radiador perfecto, hasta enero 1993 se redujeron a menos de 0,03%. La temperatura de la radiación cósmica de fondo, 2,73% Kelvin (2,73° centígrados sobre el cero absoluto), era exacta hasta 0,01°K.

EL DESCUBRIMIENTO DEL KECK

La temperatura de 2,73 K para la radiación cósmica de fondo es válida sólo para las regiones cercanas del espacio. La radiación que proviene de grandes distancias toma mucho más tiempo para llegar hasta nosotros, las temperaturas a esas distancias revelan la temperatura del cosmos en tiempos anteriores. Las observaciones a grandes distancias deberían arrojar temperaturas más altas para la radiación cósmica de fondo.

En setiembre de 1994, el telescopio Keck midió las líneas espectrales del carbono en dos nubes de gas tan distantes que su radiación representa un período en que el universo tenía alrededor de un cuarto de su edad actual. La temperatura de la radiación de fondo del universo en este período temprano debería ser de 7,58° K. Las observaciones indicaron 7,4 + - 0,8°K.

HELIO Y DEUTERIO

La mayoría del helio y deuterio fue generada dentro de los primeros cuatro minutos siguientes al comienzo de la gran explosión. En abril y agosto de 1994 midieron la abundancia de helio y deuterio en nubes intergalácticas de gas muy distantes. Las luz lleva tanto tiempo para llegar hasta nosotros desde estas nubes de gas, que lo que se ve es la condición del universo miles de millones de años atrás, antes que el helio o deuterio pudieran haber sido creados o destruidos por fuentes distintas del evento de la gran explosión. Se encontraron las cantidades de helio y deuterio anticipadas justamente por la teoría de nucleosíntesis de la gran explosión y consecuentes con mediciones hechas en galaxias cercanas.

El universo surgiría, por lo tanto, de un único evento explosivo que explica por sí sólo al menos el 99,97% de la energía radiante del universo, y las fluctuaciones en la temperatura de la radiación cósmica de fondo transformaron el cosmos original uniforme en el conjunto de racimos aglomerados de galaxias actuales.

Bibliografía:

- Ross, Hugh. *The Cosmos.* Nav Press, 1999.