

PREMIO NOBEL DE FÍSICA 2006

El Big Bang y el fondo cósmico de microondas

Los resultados del satélite “COBE” marcaron la cosmología actual

ENRIQUE MARTINEZ GONZÁLEZ.

Los científicos de Estados Unidos han acaparado este año los premios Nobel de Ciencia. Una de las universidades más importantes del país, la de Stanford, se ha hecho con dos de los cinco galardones, uno en Medicina y otro en Química. La posición de dominio de Estados Unidos en la ciencia actual ha quedado de manifiesto. En física se ha premiado un trabajo de 1992, unas observaciones del cielo que dieron un espaldarazo esencial a la teoría del Big Bang sobre la historia del universo, abriendo todo un camino a la cosmología de precisión muy activa actualmente. En Química y en Medicina se han distinguido trabajos mucho más recientes, relacionados ambos con un compuesto clave de la vida, el ARN.

La radiación del Fondo Cósmico de Microondas ha jugado y sigue jugando un papel decisivo para entender nuestro universo. De acuerdo con el modelo estándar del Big Bang, la edad de éste es de unos 13.700 millones de años. En su pasado remoto pasó por un estado muy denso y caliente experimentando una rápida expansión. Estaba lleno de partículas elementales, incluyendo radiación electromagnética (como la luz visible), en continua interacción y distribuyéndose muy uniformemente por todo el espacio.

Unos 380.000 años después de la Gran Explosión (Big Bang) dicha radiación se había enfriado debido a la expansión, hasta tal punto que ya no tenía suficiente energía para ionizar los átomos de hidrógeno. A partir de este momento la radiación se separa del resto de las partículas pudiéndose mover libremente a través del universo. Esta radiación, que podemos observar hoy en día en el rango de las microondas, con una temperatura de unos 270 grados centígrados bajo cero, y que contiene información muy valiosa de las épocas más tempranas del universo, es lo que se conoce como el Fondo Cósmico de Microondas.

Antes de explicar más detalladamente las implicaciones cosmológicas de los recientes hallazgos es interesante ponerlos en un contexto histórico. El descubrimiento de la propia existencia de la radiación de fondo se produjo de forma casual en 1964 por dos ingenieros de los Laboratorios Bell de la compañía telefónica estadounidense ATT, mientras trataban de entender la fuente de un ruido que aparecía en sus receptores de radio (paradójicamente el descubrimiento de este *ruido* les hizo también merecedores del premio Nobel de Física, en 1978).

El descubrimiento de esta radiación, que había sido predicha teóricamente a finales de los años cuarenta, implicó que la mayor parte de la comunidad científica aceptase el modelo del Big Bang en contraposición al entonces modelo competidor del estado estacionario (según el cuál, el universo, aunque en expansión, mantenía la misma apariencia debido a la formación continua de nueva materia).

Sí la mera detección de la radiación de fondo sólo pudo realizarse casi 20 años después de su predicción teórica dentro del modelo del Big Bang, debido a lo débil de su señal, la medida más precisa, de su distribución energética tanto en longitudes de onda como espacialmente, resultó un auténtico reto para los astrofísicos.

La empresa era aún más complicada si tenemos en cuenta que la señal cosmológica se mezclaba con otras emisiones astrofísicas, producidas por nuestra galaxia y por las demás galaxias. Además, su observación desde tierra estaba limitada a unas estrechas *ventanas* en el rango de las microondas ya que la atmósfera emite y absorbe en dicho rango. Ello requería buscar lugares extremadamente secos o, mejor aún, montar experimentos a bordo de globos estratosféricos o satélites artificiales que evitaran totalmente la presencia atmosférica.

A principios de los años noventa, dos instrumentos a bordo del satélite *COBE* (siglas en inglés de Explorador del Fondo Cósmico) de la NASA dieron lugar a dos resultados claves que marcaron la cosmología actual: la distribución de energías en longitudes de onda de la radiación, del fondo cósmico correspondía la de un cuerpo negro (cuerpo que absorbe toda la radiación que le llega y emite con una distribución característica) a una temperatura de aproximadamente 270.37 grados bajo cero, y las anisotropías (diferencias entre dos direcciones en el cielo) en la temperatura de dicha radiación, que envían una amplitud típica de una parte en 100 mil, en escalas angulares de unos 10 grados.

El primer resultado, obtenido por el experimento FIRAS (Espectrofotómetro Absoluto del Infrarrojo Lejano) y cuyo investigador principal era John Mather, de la NASA, demostraba de forma inequívoca que la radiación cósmica provenía de un pasado denso y caliente del universo. El segundo, obtenido mediante el experimento DMR (Radiómetros de Microondas Diferenciales) y cuyo investigador principal era George Smoot, de la Universidad de California en Berkeley, establecía por primera vez la conexión entre las anisotropías del fondo cósmico y la estructura a gran escala del universo.

En otras palabras, la huella de las semillas iniciales en la distribución de materia, que dieron lugar por colapso gravitatorio a las estrellas, galaxias y aglomeraciones de galaxias (denominadas cúmulos y supercúmulos), estaba impresa en las anisotropías de la radiación de fondo como consecuencia de la interacción inicial en el plasma primigenio (y como a su vez predecía el modelo del Big Bang). Son estos resultados los que han hecho merecedores a ambos científicos del premio Nobel de Física de este año.

Recientemente varios experimentos (especialmente el satélite WMAP de la NASA actualmente en operación) han confirmado las observaciones de *COBE*-DMR, mejorando dichas medidas tanto en sensibilidad como en resolución. Estos resultados en el campo del fondo de microondas se complementan muy bien con otras observaciones cosmológicas basadas en la distribución a gran escala de las galaxias, o en la relación *magnitud-corrimiento al rojo* de las supernovas, avalando conjuntamente el modelo estándar de universo.

Este gran avance en nuestra observación del universo ha sido sólo posible por el rápido desarrollo de instrumentos muy sensibles a la radiación, en todo el rango de longitudes de onda desde radio hasta Rayos X. Ello ha permitido, por

un lado, verificar el modelo estándar mediante observaciones cosmológicas totalmente independientes, y por otro, nuestra entrada en la que se ha denominado era de la cosmología de precisión.

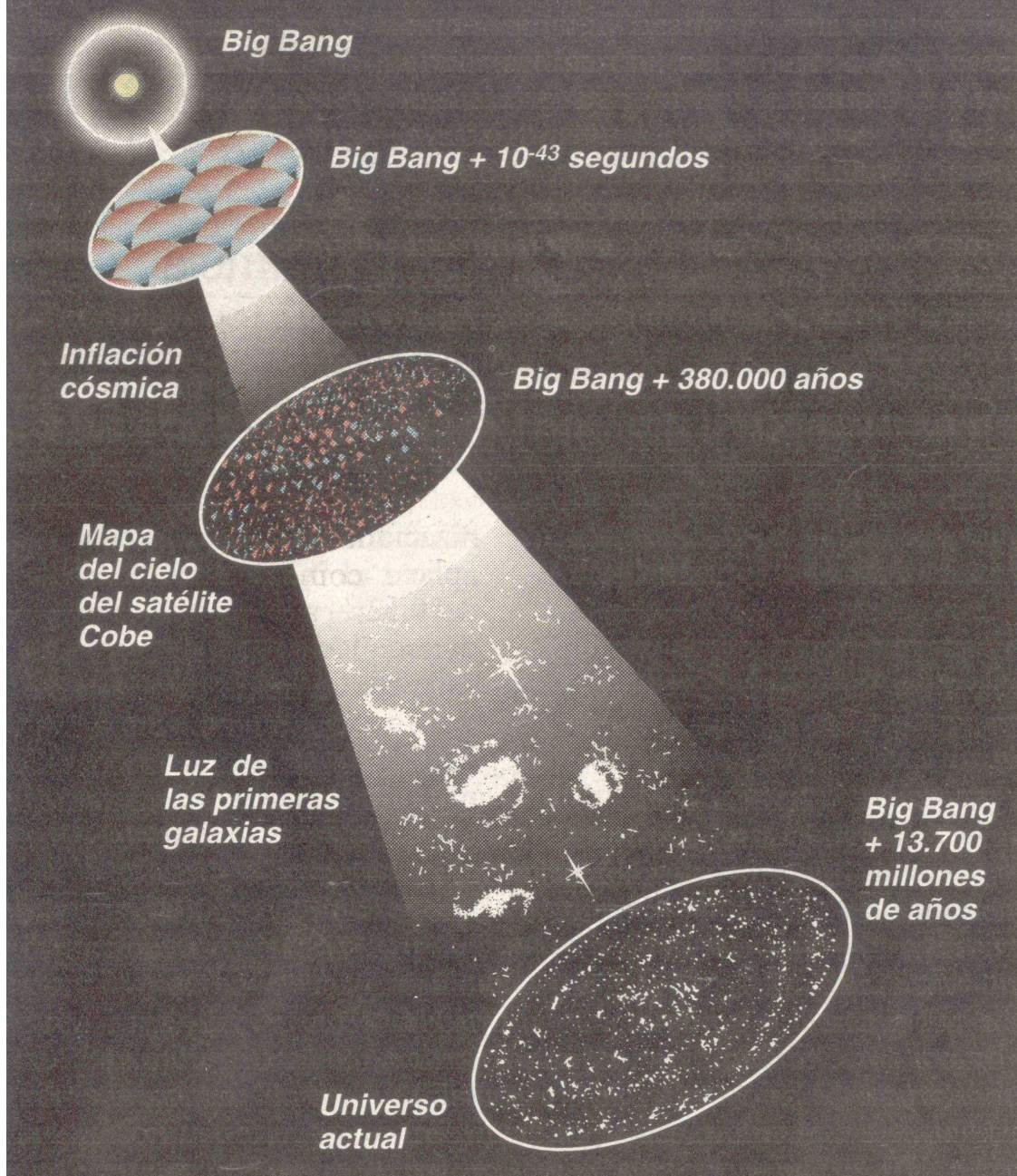
Algunos miembros de la comunidad científica española, principalmente en el Instituto de Astrofísica de Canarias, las Universidades de Cantabria, Granada y Politécnica de Cataluña y el Instituto de Física de Cantabria, seguimos los pasos de *COBE* con nuestra participación en la construcción de dos experimentos del futuro satélite del programa científico de la Agencia Europea del Espacio (ESA), *Planck*, que será lanzado en 2008. En esta futura misión estamos trabajando junto con Smoot, entre otros científicos europeos y estadounidenses.

El *Planck* será el tercer satélite destinado a la observación del fondo cósmico, y realizará una medida casi perfecta de las anisotropías en la temperatura, reduciendo unas 10 veces los errores actuales en los parámetros cosmológicos que caracterizan el universo. Además también medirá las anisotropías en la polarización (propiedad de las ondas electromagnéticas por la que, por ejemplo, las gafas de sol no dejan pasar la luz ultravioleta) del fondo de radiación que constituye una huella única de la presencia de ondas gravitatorias en los primeros instantes del universo. Quién sabe si éste u otros futuros satélites actualmente en estudio conseguirán hitos similares en nuestro conocimiento del universo. desvelando los demás secretos



George Smoot (izquierda) en California y John Mather en Washington, tras la concesión del Nobel de Física

Historia del Universo



Enrique Martínez González es investigador del Instituto de Física de Cantabria (CSIC-Universidad de Cantabria).

El País, 11 de octubre de 2006