



## Un Universo de mentira para conocer el de verdad



**J.Alberto Rubiño-Martin / Annia Domènech**

**28-05-2007**

Imaginemos un libro que explica la historia del Universo desde sus comienzos hasta la actualidad. Pero no hay manera de leerlo porque todavía no está completo. Muchas de sus páginas están en blanco, a la espera de ser escritas. Curiosamente no se sitúan al final, sino más bien entremedio.

Todo comenzó con el Big Bang, o Gran Explosión, hace 13.700 millones de años. Desde entonces, el Universo está expandiéndose. La información de su infancia nos la cuenta la radiación más antigua observada: la Radiación del Fondo Cósmico de Microondas (CMB), residuo de fases posteriores a esa explosión inicial. Globos estratosféricos y satélites como COBE, o el futuro Planck, se dedican a escudriñarla. De hecho, ya ha protagonizado dos premios Nobel: en 1978 y en 2006.

Sus descubridores, Arno Penzias y Robert Wilson, confundieron la radiación que llegaba a sus receptores de radio con un ruido cualquiera. Incluso actualmente, cuando ya es bastante famosa, no es obvio asociar que una parte de la señal que capta un televisor no sintonizado proviene de ondas emitidas al comienzo de los tiempos. Es difícil imaginar que la causa de las molestas "moscas zumbantes" sea intrínsecamente mucho más interesante que cualquier programa televisivo que uno pretenda ver.

La Radiación del Fondo Cósmico de Microondas, emitida 380.000 años tras el Big Bang, procede de cuando el Universo se había enfriado lo suficiente para que la radiación se separara de la materia. Hasta ese momento, el Universo estaba ionizado, pero al enfriarse los electrones se aparearon con los protones, y devino en la aparición de átomos neutros. Desde entonces los fotones están libres, formando la radiación de fondo que hoy día medimos.

En ese momento, el Universo no era completamente homogéneo, sino que existían pequeñas fluctuaciones (como pequeños grumos) en la distribución de la materia. Esas anisotropías son la semilla de las estructuras observadas actualmente. Unos diez mil millones de años después de la formación de la radiación de fondo, se encendieron las primeras estrellas en el Universo. Algo más tarde, hace aproximadamente mil millones de años, empezaron a formarse las primeras galaxias y, más recientemente, los primeros cúmulos de galaxias. Y todas estas estructuras proceden de aquellas fluctuaciones primigenias.

A partir del conocimiento obtenido del Fondo Cósmico de Microondas, y con un gran alarde de imaginación, podríamos intentar elucubrar cómo pudo evolucionar el Universo desde hace 13.700 millones de años hasta llegar al momento actual. Pero se trata de un espacio tan inabarcable, y hay tantísimo a considerar, que sin duda es mejor ceder la tarea a una máquina: un super ordenador, como Mare Nostrum, del Centro de Supercomputación de Barcelona.

Mare Nostrum se encuentra en una vieja capilla en la Ciudad Condal, en bello contraste con las paredes antiguas que le acogen. El ordenador más potente en Europa, y el quinto a escala mundial, es resultado de un acuerdo de IBM con el gobierno español. Debido a la elevada demanda científica, se ha aumentado su capacidad hasta 10.240 procesadores y  $42 \times 10^{12}$  operaciones por segundo.

El proyecto Mare Nostrum incluye muchas simulaciones distintas, que intentan reproducir la fase que va de un Universo muy homogéneo al Universo Local que nos rodea. La principal es *Mare Nostrum Universe*, una réplica numérica de nuestro propio Universo, es decir, una "copia virtual" cuya formación y evolución son calculadas por el supercomputador. Cualquier simulación requiere para arrancar unos parámetros iniciales, en ésta se utilizan los datos obtenidos de la Radiación de Fondo Cósmico Microondas.

Las simulaciones "discretizan" la materia presente en el Universo, es decir, la simplifican en un número de "bolitas". La resolución de una simulación es un concepto que indica cuán pequeñas son esas "bolitas", pues su tamaño determinará el de los objetos que se pueden ver. Por ejemplo, las galaxias de  $10^{11}$  masas solares sólo podrán distinguirse en una simulación cuyas bolitas sean menores o iguales a ese valor.

En las simulaciones sobre la evolución del Universo se hace un seguimiento de como las partículas (las bolitas) cambian con la expansión y el modo en que les afecta la gravedad. El medio, pese a ser muy uniforme, incluye pequeñas partes no homogéneas que, por gravedad condensan y crecen. En un momento dado, dichas regiones dejan de expandirse con el resto del Universo y empiezan a colapsar. Una región con menor densidad se expande más rápidamente. Según las teorías actuales, primero se formaron las estructuras más pequeñas, las galaxias, que "cayeron" por gravedad, se agruparon y formaron los nodos, donde aparecieron los cúmulos de galaxias.

*Mare Nostrum Universe* es, hasta la fecha, la simulación que contiene más partículas. En una semana de trabajo de 2.048 microprocesadores, se obtuvo un universo cuya edad sería una décima parte de la actual. Correspondería a cuando se formaron las primeras galaxias similares a la Vía Láctea. En la imagen de ese momento, los nodos de materia se aprecian como filamentos. El tamaño de la animación es de 500 Mpc (megaparsecs). Cada pársec corresponde a  $3 \times 10^{16}$  m.

La materia ordinaria que podemos ver se denomina bariónica. Es poco abundante en comparación con la materia oscura, cuya influencia en la evolución de las estructuras es mayor por la gravedad. Otro gran componente, además de la materia oscura, es el gas (también bariónico). Ambos han de considerarse en una simulación, pero no sólo ellos. También la "energía oscura", que representa aproximadamente un 73% del total (frente al 23% de la materia oscura y el 4 ó 5% de la bariónica), y cuyo carácter desconocido no evita que se sepa que es responsable de la aceleración observada en el ritmo de expansión del Universo.

Lo destacable de *Mare Nostrum* es que no incluye sólo la física de la materia oscura, sino también de la materia ordinaria cuyas partículas, los bariones, protagonizan una de las investigaciones más apasionantes en Astrofísica: la búsqueda de los bariones perdidos.

Del estudio de las propiedades del Fondo Cósmico de Microondas, los astrofísicos pueden extraer una medida de la cantidad de materia ordinaria, llamada materia bariónica, que existe en el Universo. Esa medida (equivalente a un 4% de la cantidad de energía total del Universo) ha sido confirmada usando otras técnicas astrofísicas que usan información acerca del Universo primitivo, como por ejemplo la denominada nucleosíntesis primordial. Lo sorprendente es que, cuando se hace un "censo" de la cantidad de bariones que existe en el Universo local sumando la cantidad de materia en estrellas, galaxias y cúmulos, solamente se identifican la mitad de los bariones esperados. ¿Dónde están los que faltan?

La posibilidad de que la materia perdida estuviera en forma de objetos masivos muy pequeños no detectables ha sido desestimada por los estudios actuales sobre enanas marrones y planetas. *Mare Nostrum Universe*, cuyo tamaño justamente corresponde al del Universo Local, indica que la materia bariónica que falta, el 50%, debe estar en forma de gas templado (del orden del millón de grados): ni lo bastante caliente para emitir rayos X (del orden de 10 millones de grados) ni lo bastante frío para colapsar y formar estrellas (a unos 10.000 grados). Ahora hay que confirmar con observaciones la existencia de este gas, que aportaría los bariones que faltan. Los mapas de la Radiación de Fondo Cósmico de Microondas están empezando a usarse para intentar identificar algún rastro que dichos bariones calientes pudieran haber dejado.

Las simulaciones por ordenador dan pistas sobre cómo es un Universo que jamás podremos ver realmente por su lejanía e inaccesibilidad. Suerte de la versión virtual.

· Enlace externo:

- [Proyecto Mare Nostrum](#)