

### **¿Seguro que el Big Bang fue el principio de todo?**

Lo que tenemos bastante claro es que el marco general de la teoría del Big Bang funciona. Hay una serie de evidencias observacionales, como por ejemplo la radiación del fondo cósmico de microondas, la expansión del universo o la nucleosíntesis primordial que solo se explican si el universo observable fue alguna vez muy caliente, muy denso y mucho más pequeño que ahora. Y no hay una teoría alternativa que explique todo eso.

Según la teoría del Big Bang, el universo tiene unos 13.800 millones de años. Lo que sabemos es que tuvo un pasado muy caliente y muy denso y que ahora se está expandiendo, así que si vamos hacia atrás en el tiempo lo razonable es pensar que antes era más pequeño. El Big Bang se entendería como un instante en el que empezó a expandirse. ¿Qué pasó antes en ese instante 0? Realmente no lo sabemos. Esto es lo que se conoce como la singularidad inicial, en la que las leyes físicas que conocemos no funcionan. Podemos ir hasta 10<sup>-36</sup> segundos, es decir, que tenemos una imagen bastante buena desde ahí, a escasísimos instantes del momento 0, pero antes de eso no podemos decir nada con certeza. Hay especulaciones sobre que antes podía haber habido sucesivos Big Bang y Big Crunch o que haya lo que se llama multiversos, en los que por ejemplo varias burbujas inflacionarias se expanden y pueden dar lugar a otros universos como el nuestro. Pero son solo especulaciones.

La respuesta a tu pregunta es que estamos seguros (o bastante seguros) de que hubo un Big Bang, pero si eso es o no el inicio de todo es especulativo. Sólo podemos decir que ese fue el inicio de este universo tal como lo conocemos.

Y estamos bastante seguros gracias a todas las evidencias observacionales que apoyan la existencia del Big Bang. Lo primero fue la expansión del universo. A finales de los años 20, el astrónomo Edwin Hubble se dio cuenta de que todas las galaxias se están alejando de nosotros y de que no solo se alejaban, sino que cuanto más distantes lejos estaban, más rápido era ese alejamiento. Esto es lo que se conoce como ley de Hubble-Lemaître. Y encajaba con la teoría de la relatividad general de Einstein que lo predecía. Si se está expandiendo parece natural pensar que el universo observable en el pasado estaría más junto, sería más pequeño y que hubo un momento en el que empezó la expansión.

Otro de los pilares clásicos para aceptar el Big Bang es la radiación del fondo cósmico de microondas que es una radiación que se produjo cuando el universo tenía unos 380.000 años (equivalente a un bebé de un día, en la escala temporal humana). Hubo un momento en el que la temperatura descendió lo suficiente como para que se formaran átomos neutros y los fotones pudieron propagarse libremente. Es lo que se llama el desacoplo o la recombinación y en ese momento es cuando se emite la radiación de fondo de microondas. Como las condiciones del universo en ese momento eran de equilibrio térmico, se había predicho que esa radiación tenía que ser de cuerpo negro. Y esta radiación de fondo de microondas no solo se ha encontrado sino que es el cuerpo negro más perfecto hallado en el universo.

La radiación de fondo de microondas se detectó en los años sesenta. Entonces había dos teorías competidoras, por un lado estaba el Big Bang y por otro lado estaba la teoría del estado estacionario que decía que el universo era básicamente el mismo en cualquier momento y lugar. La detección del fondo de microondas fue la confirmación del Big Bang. De hecho, el nombre lo acuñó el astrónomo inglés Fred Hoyle, defensor de la teoría del estado estacionario, en una entrevista en la BBC, posiblemente de forma despectiva. Pero el nombre cuajó.

El fondo de microondas es una radiación homogénea sobre todo el cielo pero con pequeñas diferencias de temperatura de aproximadamente una parte en cien mil. Y esas pequeñas diferencias son muy importantes. Ahora vemos que el universo no es homogéneo porque hay galaxias, cúmulos de galaxias... Para que todo eso se haya formado por inestabilidad gravitatoria tiene que haber habido antes semillas que sean su origen, tiene que haber habido pequeñas diferencias en la densidad de materia. Si esas pequeñas semillas existían en el universo temprano eso debía reflejarse en el fondo de microondas. Y eso se vio con el satélite Cobe por primera vez en los años noventa.

Y el otro pilar clásico en el que se apoya la teoría del Big Bang es la nucleosíntesis primordial. Una forma de explicar la proporción de elementos ligeros que hay en el universo (como helio, deuterio o litio) es que se hayan formado a los pocos minutos del Big Bang. En ese momento las condiciones de temperatura y densidad eran las adecuadas para que se puedan formar estos elementos. Y las predicciones encajan muy bien con lo que encontramos.

**R. Belén Barreiro** es cosmóloga y científica titular del CSIC en el Instituto de Física de Cantabria.