

Detectadas las ondas del primer instante del universo

Un telescopio en el polo Sur capta la huella de la teoría de la inflación cósmica, que completa el conocimiento del Big Bang

Alicia Rivera Madrid 17 MAR 2014

Telescopio en el Polo Sur que ha detectado las ondas. / Atlas / Reuters



Un equipo internacional de científicos ha detectado los sutiles temblores del universo un instante después de su origen.

Un telescopio estadounidense en el mismísimo polo Sur ha logrado captar esas huellas en el cielo que suponen un espaldarazo definitivo a la teoría que mejor explica los

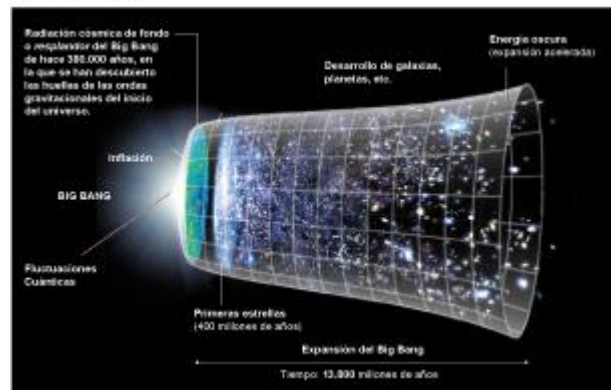
primeros momentos del cosmos, denominada inflación y propuesta hace más de tres décadas. Esa inflación fue un crecimiento enorme y muy rápido del espacio-tiempo inicial y, a partir de ese momento, el universo siguió expandiéndose pausadamente, hasta ahora, 13.800 millones de años después. Es la teoría del Big Bang, pero con un complemento fundamental al principio de todo. Como dice Alan Guth, el científico estadounidense que propuso, a principio de los ochenta, la inflación cósmica, “exploramos el bang del Big Bang”.

Se trata de la “tan buscada evidencia de que el universo sufrió una rápida inflación en los primerísimos momentos de su existencia”, señaló la revista *Nature*. “Si se confirma, esa firma de las ondas gravitacionales del Big Bang abrirá un nuevo capítulo en la astronomía, la cosmología y la física”.

Los científicos del telescopio de microondas BICEP2, instalado en la base antártica Amundsen Scott, presentaron ayer en Harvard los datos concluyentes, disparando la euforia y la emoción de muchos cosmólogos en todo el mundo que, por muy convencidos que estuviesen de que la inflación tenía que ser la explicación correcta de lo que pasó casi al principio, estaban a la espera de la prueba, imprescindible en ciencia, de que la naturaleza efectivamente funciona como ellos habían conjeturado.

Y la prueba son las ondas gravitacionales primordiales, producidas por las llamadas vibraciones cuánticas en el espacio-tiempo, que se propagan por el universo a la velocidad de la luz y de las que hoy queda la leve firma en la radiación de fondo que permea todo el cielo.

EVOLUCIÓN DEL COSMOS



“Se trata de la primera evidencia directa de la inflación cósmica”, anuncia el Centro Harvard-Smithsonian de Astrofísica, en EE UU. Son “las primeras imágenes de ondas gravitacionales, olas que se han descrito como los primeros temblores del Big Bang. Y confirman la profunda conexión entre la mecánica cuántica y la relatividad general”.

“La detección de estas señales es uno de los objetivos más importantes de la cosmología actual. Mucha gente ha trabajado mucho hasta llegar a este punto”, comentó John Kovac, líder del detector BICEP2. El propio Guth declaró a *Nature*: “Es una prueba nueva y totalmente independiente de que el panorama inflacionario encaja”. Y Andrei Linde, el físico ruso que se fue a trabajar a EE UU y que mejoró de modo definitivo la teoría de la inflación poco después de que Guth la propusiera, comentó que el descubrimiento de estas ondas gravitacionales “es la parte de la historia que faltaba”. Y añadió, emocionado, en un vídeo de la Universidad de Stanford: “Este es un momento de la comprensión de la naturaleza de tal magnitud...”.

La teoría del Big Bang funciona bien y varias sólidas pruebas observacionales la respaldan, pero en realidad, arranca su historia del universo un poco después del principio, un momento a partir del cual explica con éxito la expansión de las galaxias que observó Edwin Hubble en 1929, la formación de los elementos ligeros como el hidrógeno o la radiación de fondo (de cuando el universo tenía 380.000 años) remanente en el cielo, que es el resplandor de la época en que se formaron los primeros átomos.

Pero en su formulación clásica también tiene problemas y esas pegadas que soluciona son las que la inflación de Guth, primero, e inmediatamente después de otros físicos que mejoraron la idea inicial o propusieron variaciones de la misma. Las dos principales cuestiones que deja sin respuesta la teoría sin inflación son: ¿por qué el universo es tan homogéneo, tan igual se mire a donde se mire? y ¿por qué tiene la densidad justa? El problema de la homogeneidad significa que el universo es demasiado grande para que los extremos se hayan podido *contagiar* las propiedades: en el cosmos inicial habría variaciones de temperatura pero no habría dado tiempo a que alcanzaran un equilibrio. Como decía el cosmólogo Daniel Baumann en *space.com*, el hecho de que partes distantes del universo tuvieran la misma temperatura y densidad sin haber podido estar en contacto es un problema de la teoría del Big Bang sin inflación tan paradójico como que dos tazas de café, muy lejos una de otra y sin posibilidad de haber estado juntas, tengan exactamente la misma temperatura. Con la inflación, las dos tazas son producto de la misma máquina de café hecho al mismo tiempo, y ese crecimiento exponencial del universo en los primeros instantes las separa a velocidad superior a la de la luz (por la expansión del espacio tiempo, no porque nada supere ese límite de velocidad).

El problema de la densidad exacta o de por qué tiene una geometría plana (o casi) es enigmático, porque si al principio hubiera habido un poco más de materia, habría colapsado casi inmediatamente y si hubiera habido un poco menos, la expansión resultante habría impedido la formación de galaxias y estrellas.

La inflación soluciona ambos problemas partiendo de que la gravedad, en determinadas condiciones actúa con una fuerza repulsiva, en lugar de atractiva, y utiliza mecanismos clave de la mecánica cuántica. “Partimos de un poquito de universo primitivo, algo muy pequeño, algo que podría ser mil millones de veces más pequeño que un protón, pero que podría tener esa materia gravitatoriamente repulsiva”, explicó hace unos años Guth a EL PAÍS. “Entonces empieza a expandirse exponencialmente,

duplicándose de tamaño muy rápidamente, por lo menos un centenar de veces. Al final de ese proceso de inflación, todo el universo, o la región del cosmos que evolucionará hasta convertirse en el cosmos observable actual, sería mucho más grande que antes de ese crecimiento tremendo. Aún así no tendría más de un centímetro de diámetro. Y a partir de ese momento, la repulsión gravitatoria deja de actuar y continúa la expansión normal hasta ahora". Todo ello en una fracción mínima de segundo.

Y ese proceso de crecimiento acelerado genera unas vibraciones que acaban siendo en el universo ondas gravitatorias (como pinzamientos del espacio-tiempo que se estiran y encogen) cuya huella han detectado ahora los científicos con el telescopio BICEP2 en la radiación de fondo de microondas.

Como dicha radiación es una forma de luz, muestra todas sus propiedades, incluida la polarización, explica el centro Harvard-Smithsonian. "Nuestro equipo busca un tipo especial de polarización denominado *B-modes* que representa un patrón de giro o rizo en las orientaciones polarizadas de la antigua luz", explicó Jamie Bock, uno de los científicos del equipo.

Los expertos del prestigioso Instituto de Tecnología de California miembros del BICEP2, explican que "con la inflación, minúsculas fluctuaciones cuánticas del universo inicial se amplificaron enormemente y este proceso creó ondas de densidad que generaron pequeñas diferencias de temperatura en el cielo, puntos de mayor densidad que acabaron condensándose en galaxias y grupos de galaxias; pero la inflación también habría producido ondas gravitacionales primordiales, arrugas en el espacio-tiempo propagándose por el universo". La huella de estas ondas en la radiación de fondo de microondas es lo que han descubierto los científicos de BICEP2, y con una señal más fuerte de lo que muchos esperaban. El equipo ha estado más de tres años analizando los datos para descartar cualquier error, incluido el efecto del polvo de la Vía Láctea, que podría dejar una señal similar, pero que ha sido descartado.

¿Y cuándo fue todo eso? Si se compara la historia del universo con la vida de una persona, la teoría del Big Bang clásica, sin inflación, empieza en el momento en que el niño está en la maternidad, recién nacido. Con la inflación se remonta al estado de embrión", señalaba Guth.

El telescopio terrestre más cercano al espacio

El telescopio BICEP2 (Background Imaging of cosmic Extragalactic polarization) es uno de los observatorios instalados en el polo Sur donde merece la pena tenerlo, pese a la complejidad de su montaje y operación dadas las condiciones extremas allí, por las ventajas que ofrecen las condiciones atmosféricas y la altura (2.800 metros sobre el nivel del mar), favorables a las observaciones astronómicas en determinadas longitudes de onda de microondas (ente las ondas radio y el infrarrojo). El frío hace que sea escasa la cantidad de vapor de agua que absorben dichas ondas, además, la oscuridad total durante seis meses garantiza la estabilidad de la atmósfera sin los cambios térmicos de amaneceres y atardeceres.

"El polo Sur es lo más cerca que puedes estar del espacio y seguir en tierra", señala John Kovac, líder del equipo del telescopio. "Es uno de los lugares más secos y limpios del planeta, un sitio perfecto para observar las ténues microondas del Big Bang".

El BICEP2 fue diseñado específicamente para captar las huellas de la inflación que ahora ha descubierto (técnicamente, la polarización de la radiación cósmica de fondo) y en realidad es una batería de detectores. El primer instrumento BICEP1 funcionó de 2006 a 2008 con 98 detectores; el segundo, con 512 detectores, se estrenó en enero de 2010 y estuvo en operación hasta diciembre de 2012. Ahora están en preparación las nuevas versiones, un conjunto de receptores que formarán el conjunto Keck. El BICEP3 empezará escudriñar el cielo en 2015. Financiado por la Fundación Nacional de la Ciencia, estadounidense, integran su equipo especialistas de varias universidades e instituciones científicas. El Bicep2 está instalado en el edificio Dark Sector Laboratory de la base Amundsen Scott, junto con el Telescopio del Polo Sur.

Como el Higgs de la cosmología

Luis Álvarez Gaumé (físico teórico del CERN): “Es uno de los grandes descubrimientos de las últimas décadas, como si fuera el Higgs de la cosmología. La mayoría de las teorías inflacionarias contienen un campo escalar (como el campo del bosón de Higgs) que es necesario para generar la inflación”.

Avi Loeb (físico de la Universidad de Harvard): “Estos resultados no solamente son la prueba irrefutable de la inflación cósmica sino que nos informan también del momento de esas expansión rápida del universo y de la potencia del fenómeno”.

Álvaro de Rújula (físico teórico del CERN y del Instituto de Física Teórica IFT (UAM-CSIC): "Aunque esté basada en la teoría de la gravedad de Einstein y en la mecánica cuántica —cosas bien comprobadas— la inflación es una hipótesis increíblemente atrevida, un salto gigantesco. Verla adquirir guisos de ser cierta es algo fabuloso”.

Juán García Bellido (catedrático de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid): “Este resultado supone ver confirmadas a la vez la teoría de inflación, la detección de ondas gravitacionales y las fluctuaciones cuánticas de los campos en el universo primitivo. Es verdaderamente emocionante y corrobora los esfuerzos que se han desarrollado durante varias décadas de cosmología teórica y observacional. Este descubrimiento y los que le siguen abren una nueva ventana que nos permitirá conocer mucho mejor los detalles de la teoría de inflación”.

Jamie Bock (físico del instituto de Tecnología de California, Caltech, y colíder del telescopio Bicep2): “Las implicaciones de esta detección conmocionan. Estamos midiendo una señal que viene del principio de los tiempos”.

Enrique Álvarez (catedrático de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid y del IFT): “El anuncio (acompañado de un *preprint*) por parte del experimento BICEP2 en el Polo Sur del descubrimiento de los llamados *modos B primordiales* en la radiación de fondo de microondas es de una gran importancia. Estos modos se consideran como la *prueba de fuego* del modelo del universo inflacionario. Hay que esperar, como siempre, a que el resultado se confirme de manera independiente por otros grupos”.

