

Con este sensor, el telescopio BICEP2 ha detectado evidencias directas de las ondas gravitacionales

Noticias del big bang

E Por Javier Sánchez Cañizares, Grupo de Investigación "Ciencia, Razón y Fe" (CRYF) de la Universidad de Navarra

El telescopio Bicep2 (acrónimo de *Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization*) ha venido realizando mediciones en el Polo Sur desde 2010. La existencia de las ondas gravitacionales ya había sido predicha por la teoría general de la relatividad, de Albert Einstein. La mecánica cuántica considera estas ondas gravitacionales como la versión ondulatoria de los gravitones, partículas responsables de la fuerza gravitatoria. Su detección nos situaría en los instantes inmediatamente posteriores (en torno a 10^{-36} segundos, trillonésimas de trillonésimas de segundo de distancia) al estallido inicial con el que surgió el universo. Pero vayamos por partes.

El 17 de marzo se anunció por todo lo alto el descubrimiento de una señal inequívoca de ondas gravitacionales por parte del telescopio Bicep2, ubicado en el Polo Sur. Se trata de uno de esos hallazgos que, como en el caso del bosón de Higgs, la física fundamental llevaba largo tiempo esperando, pues la detección de tales ondas nos estaría dando acceso al eco del proceso inflacionario ocurrido instantes después del *big bang* que dio origen a nuestro universo.

Para ser más precisos, hay que decir que cuando hablamos de *big bang* nos estamos refiriendo, ante todo, a un modelo o teoría física que trata de explicar la evolución del cosmos desde sus orígenes hasta lo que conocemos en la actualidad. Contemplamos un universo con galaxias, estrellas y planetas, en el que han podido

aparecer la vida y el ser humano, pero que no ha tenido siempre estas características: el universo provendría de una gran explosión inicial (de ahí el nombre popular de *big bang*) responsable de la expansión del mismo espacio en que se desarrolla el teatro cósmico. Curiosamente, nuestra teoría no puede decir nada acerca de ese

gran estallido, pues sus ecuaciones dejan entonces de funcionar. Nos hallamos ante lo que los físicos y matemáticos llaman una *singularidad*, una situación en que las magnitudes físicas relevantes se hacen infinitas o dejan de estar bien definidas.

Apoyos experimentales. Desde la propuesta del modelo del *big bang* en 1931, gracias especialmente a los trabajos del físico y sacerdote Georges Lemaître, esta hipótesis ha ido recibiendo importantes apoyos experimentales.

En primer lugar, el descubrimiento del desplazamiento hacia el rojo de la luz emitida por estrellas distantes. Análogamente a como la frecuencia de la sirena de una ambulancia se hace más grave al alejarse el vehículo de nosotros, la luz de las galaxias lejanas llega a la tierra con una frecuencia menor de la que debería corresponderle. Además, este efecto es directamente proporcional a la distancia que media entre la fuente de luz en cuestión y nuestro planeta. Es lo que se conoce como ley de Hubble (en recuerdo del gran astrónomo americano que midió dicho efecto por primera vez), y es un primer indicio de que el mismo universo se halla en expansión. Así como los puntos de la superficie de un globo que se esté hinchando se separan más rápidamente cuanto más lejos están unos de otros, ocurre algo similar con las galaxias de nuestro cosmos.

No obstante, por diversas razones, este descubrimiento no resultó entonces decisivo para adoptar el modelo del *big bang* como teoría científica estándar del origen del universo. Aún existían otros modelos que competían con él (entre otros, el modelo del estado estacionario de Fred Hoyle y Dennis Sciama). Hubo que esperar a la medición de la radiación de fondo de microondas (realizada inequívocamente en 1965 por Penzias y Wilson) para que el *big bang* recibiera un reconocimiento generalizado por

parte de la comunidad científica. Cuando hablamos de radiación de fondo nos referimos a ondas electromagnéticas de muy baja intensidad (por eso resultó tan difícil detectarlas), que permean todo el cosmos y que vendrían a ser como un resto fósil del gran estallido. Se trata de la radiación electromagnética que se liberó

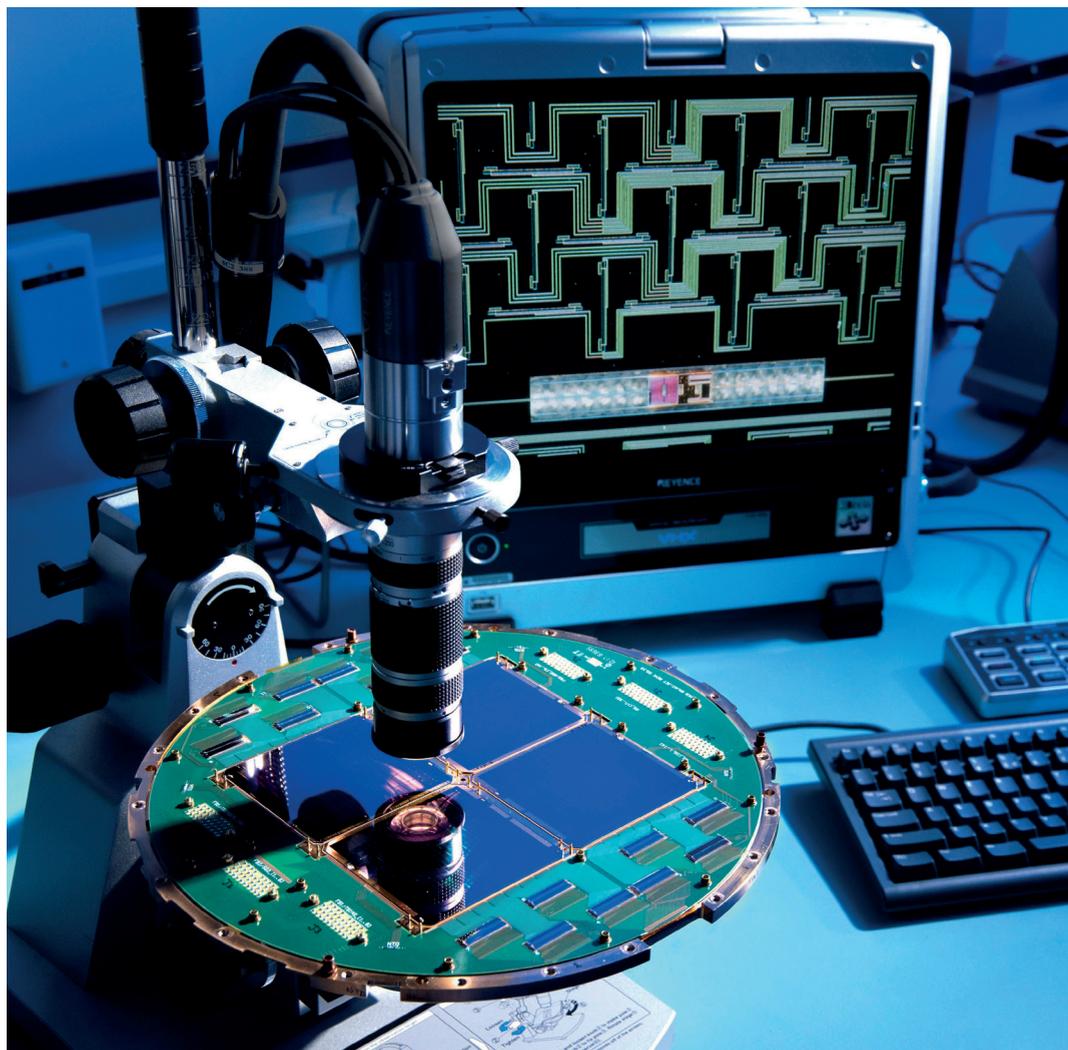
los científicos analizan la multitud de datos que se recogen para contrastarlos –mediante diversos tratamientos estadísticos muy serios– con las diversas hipótesis cosmológicas que buscan afinar el modelo del *big bang*.

Otras mediciones. Este modelo ha recibido también apoyo de

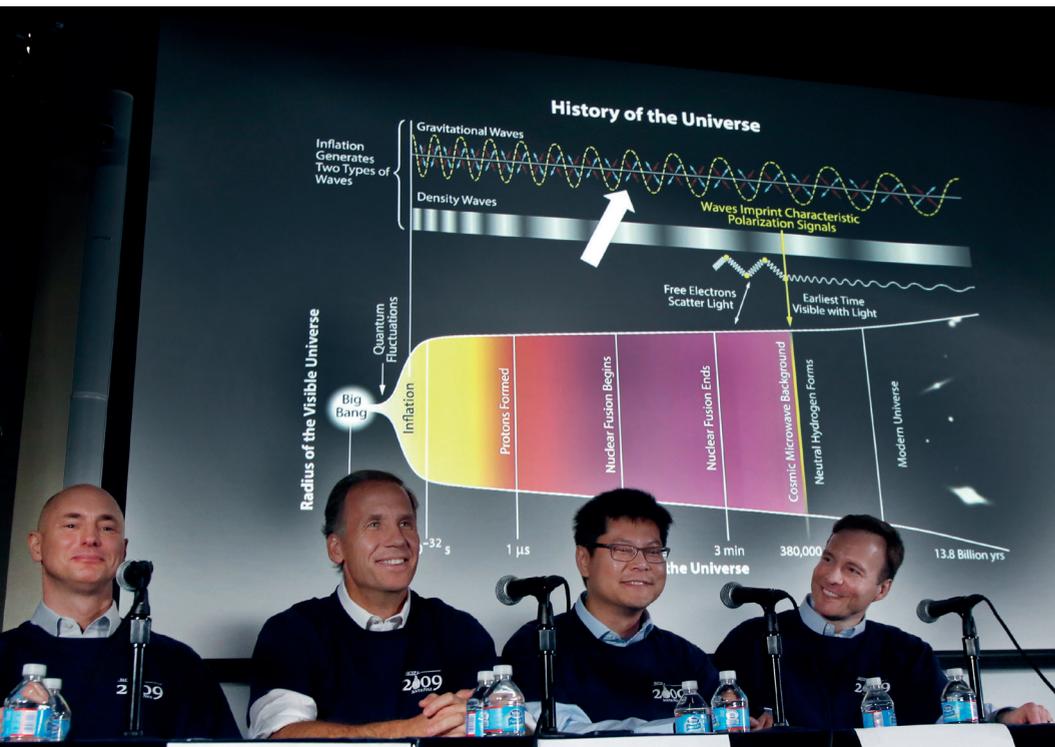
Como un resto fósil del gran estallido, esas ondas son la señal empírica más importante para la cosmología

cuando la materia dejó de absorberla y emitirla continuamente, unos cientos de miles de años después del *big bang*. Hoy día, esta radiación de fondo es con diferencia la señal empírica más importante para la cosmología física. Los telescopios la miden cada vez con más precisión, y

otras mediciones, como la proporción relativa de elementos ligeros que se halla en el universo (en torno al 74% de hidrógeno, 24% de helio y el mínimo restante para los demás elementos) y la gran isotropía que presenta la radiación de fondo, muy uniforme en todo el cielo, pero con ligeras



Detector de la NASA utilizado por el telescopio BICEP2



Clem Pryke, Jamie Bock, Chao-Lin Kuo y John Kovak dieron a conocer el 17 de marzo el resultado de sus investigaciones

Entre la teoría del big bang y el misterio de la creación hay una compatibilidad bastante notable

desviaciones entre unos puntos y otros. Esas pequeñas desviaciones eran necesarias en los orígenes como semillas a partir de las pudieran surgir las grandes concentraciones de materia que pueblan el universo conocido.

Precisamente este último dato empírico nos permite adentrarnos en uno de los problemas del modelo estándar y valorar la importancia del descubrimiento anunciado hace unas semanas. La radiación de fondo es prácticamente igual en todo el universo, lo que sólo podría explicarse porque todas las regiones del universo estuvieron juntas, en equilibrio, en los momentos iniciales. Ahora bien, el tiempo transcurrido desde el origen del universo se calcula en unos 13.700 millones de años, mientras que el radio del universo que actualmente conocemos (se da por supuesto que hay más, pero aún no ha dado tiempo a que su luz llegue hasta nosotros) es

de unos 46.000 millones de años luz... Algo no funciona entonces: o el universo es más grande de lo que debería ser, o no todas sus regiones estaban en contacto al comienzo. Pero la isotropía de la radiación de fondo nos dice que lo segundo debe ser cierto.

Ante este problema, conocido como el “problema del horizonte”, los cosmólogos físicos (originariamente Alan Guth) han propuesto la solución de la “teoría inflacionaria”. Se trata de un añadido a la teoría inicial del *big bang* que postula que el universo sufrió una enorme expansión (un tremendo hinchamiento de varias decenas de órdenes de magnitud), al poco tiempo de nacer (las trillonésimas de trillonésimas de segundo de las que hablábamos antes), en un gigantesco proceso exponencialmente acelerado. El universo, al irse enfriando, sufrió en ese momento una especie de “transición de fase”: como un líquido subenfriado por debajo de los cero grados que, de repente, pasa a congelarse cambiando radicalmente su aspecto y liberando una gran cantidad de energía.

El origen físico de ese enorme crecimiento está en discusión y

puede tener que ver con el proceso de separación de las fuerzas fundamentales del universo (gravitatoria, nuclear fuerte, nuclear débil y electromagnética). Al principio solo habría existido una única fuerza, pero a medida que el cosmos fue bajando su temperatura se empezaron a producir las diferenciaciones que hoy conocemos. La primera fuerza en distinguirse sería la gravitatoria, antes del crecimiento inflacionario, y la segunda en hacerlo sería la fuerza nuclear fuerte. Quizás este último proceso desencadenó la inflación, pero aún no sabemos la suficiente física para poder decirlo con seguridad.

Modelo inflacionario. Hasta ahora, el modelo inflacionario explicaba muchas propiedades del universo, pero todas ellas eran ya conocidas antes de su formulación. La cuestión es que si el proceso inflacionario tuvo verdaderamente lugar, tendría que haber dejado unos restos de su paso que no hayan sido medidos todavía, es decir, que sean auténticas predicciones del modelo. Esos restos serían las ondas gravitacionales, pequeñas ondulaciones del mismo espacio que llegarían hasta nosotros como las olas que llegan a la playa después de una gran tormenta en el centro del océano. Pero la medición directa de dichas ondas no es tan sencilla. Hoy por hoy solo podríamos conocerlas indirectamente, por los efectos que habrían dejado en la radiación de fondo que viaja a caballo de ellas (los restos que dejan las olas en la arena). Y esto es lo que ha estado midiendo durante varios años el doctor John M. Kovak y su equipo del *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*, hasta poder gritar el actual “eureka”. En concreto, este equipo de científicos ha medido patrones espirales de polarización en la luz de la radiación de fondo de microondas, algo que se considera un indicio incuestionable de su relación con las ondas gravitacionales que resultaron amplificadas durante el período inflacionario.

¿Estamos ante alambicadas disquisiciones? Sí y no. Aunque los resultados han de ser validados por la comunidad científica, grandes expertos avalan cada una de las explicaciones que se van enlazando en un mismo paradigma. La ciencia puede avanzar gracias al esfuerzo comunitario de un gran número de personas durante mucho tiempo, y tiene también sus mecanismos de purificación y corrección de errores.

El hallazgo actual supone, pues, un espaldarazo para el modelo inflacionario del *big bang*. Como suele suceder en estos casos, a la par que el camino se aclara, surgen nuevas preguntas. Es muy probable que los astrónomos dediquen las próximas décadas a estudiar las ondas gravitacionales para obtener algunas respuestas a enigmas científicos como los de la materia y la energía oscuras. Más en particular, queda por determinar qué tipo de modelo inflacionario es compatible con los datos del Bicep2.

Compatible con la creación. Algunos, yendo un poco más allá de lo que permiten asegurar los datos de que disponemos, han elevado su voz diciendo que este descubrimiento es compatible con el modelo de “multiversos” predicho por alguna de las teorías inflacionarias. El modelo

de los multiversos, hoy por hoy, no es ciencia establecida, sino ciencia “prometida”, puramente especulativa. Conlleva serios problemas epistemológicos, pues no está claro cómo sería posible realizar una comprobación experimental de la existencia de

El hallazgo actual supone, por tanto, un espaldarazo para el modelo inflacionario del big bang

universos paralelos al nuestro si no tenemos acceso a ellos. Con todo, si pudiésemos tener en el futuro evidencia experimental de la existencia de dichos universos paralelos, ésta no plantearía mayor problema para la perspectiva creyente que la existencia de otros mundos y sistemas solares en el universo que habitamos. Resaltaría en todo caso la exuberancia de la creación, haciéndonos cada vez más conscientes de nuestra humilde y, a la vez, grandiosa posición en ella, como criaturas solidarias con la naturaleza a quienes ha sido dado poder contemplarla en todo su esplendor.

El descubrimiento de las ondas gravitacionales se encuentra al mismo nivel de importancia que el reciente hallazgo del bosón de Higgs. La certificación de su hallazgo supondrá casi con toda seguridad el galardón del Premio Nobel para sus descubridores. Pero, además, lleva consigo una

confirmación de la capacidad humana para conocer verdaderamente, cada vez en mayor profundidad, los secretos del cosmos. No cabe duda de que la ciencia es una actividad genuinamente humana, algo de lo que deberíamos congratularnos todos, al tratarse

de una participación en la luz de la inteligencia del Creador que puede llevarnos hasta Él.

Ciertamente, el modelo del *big bang* sale científicamente reforzado con estos resultados. Pero no olvidemos que dicho modelo no supone una demostración científica de la creación. La ciencia siempre se ocupa del cómo de las transformaciones materiales, teniendo entre sus presupuestos la existencia de algo. La creación describe el misterio de la existencia de aquello que no tendría por qué existir. No obstante, no está de más añadir que entre el modelo del *big bang* y el misterio de la creación hay una compatibilidad bastante notable. Y, en último término, resulta un paso más hasta la pregunta sobre el porqué definitivo del ser y no de la nada. Esa gran pregunta a la que solo puede responder “*el Amor que mueve al Sol y las demás estrellas*” (Dante Alighieri, *Divina Comedia: Paraíso*, Canto XXXIII). ■
