

¿EXISTÍA ALGO ANTES DEL BIG BANG?

<https://cienciadesofa.com/2018/06/existia-algo-antes-del-big-bang.html>

Por Jordi Pereyra **junio 20, 2018**

Jordi Pereyra Marí (Ibiza, 1990). Graduado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Catalunya e interesado en... Bueno, en cualquier tema que le ayude a entender mejor el mundo en el que vivimos. En 2013 empezó Ciencia de Sofá con la intención de despertar el interés por la ciencia entre el público que está menos familiarizado con ella, usando el humor y un lenguaje cercano, una fórmula que lo ha colocado entre los blogs de ciencia en castellano más populares.

La evolución del universo es un tema muy interesante porque se vuelve cada vez más extraña y poco intuitiva a medida que nos remontamos hacia el pasado más lejano. Pero, si algo he aprendido de las charlas que doy de vez en cuando es que, cuando se habla sobre la teoría del Big Bang, hay una pregunta concreta que en seguida le viene a todo el mundo a la cabeza: **¿qué había antes de que el universo empezara, antes de que tuviera lugar esa «Gran Explosión»?**

Creo que la pregunta tiene ramificaciones interesantes, así que demos comienzo a la entrada de hoy poniendo algo de contexto al asunto (para variar).

Ya he comentado [otras veces](#) que observar objetos muy distantes equivale a ver cómo era el universo en el pasado. Las estrellas más cercanas se encuentran decenas, cientos o miles de años luz de distancia, así que las vemos tal y como eran hace decenas, cientos o miles de años. Por ejemplo, [la estrella Eta Carinae](#) podría reventar hoy mismo en forma de supernova, pero, al estar a unos 7.000 años luz de la Tierra, tardaríamos unos 7.000 años en enterarnos.

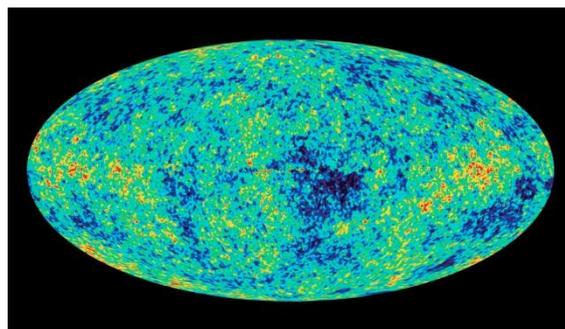
Pero las galaxias más lejanas que se han descubierto se encuentran a *miles de millones* de años luz de distancia. Como resultado, desde nuestro punto de vista, las observamos tal y como eran hace miles de millones de años, cuando el universo aún era muy joven. Un ejemplo es la galaxia GN-z11, una de las más lejanas conocidas, que aparece en el cielo con el aspecto que tenía sólo 400 millones de años después de que tuviera lugar el Big Bang (que, recordemos, ocurrió hace unos 13.800 millones de años).

Vale, entonces, si construimos un telescopio lo bastante potente, a lo lejos veremos cosas cada vez más antiguas hasta llegar al momento preciso en el que tuvo lugar el Big Bang, ¿no?

Por desgracia, las cosas no son tan sencillas, *voz cursiva*, porque existe una «barrera» que no sólo nos impide observar el inicio del universo, sino también sus primeros 380.000 años de vida.

Cuando nos adentramos en las profundidades del cielo, **llega un momento en el que lo único que ves, mires donde mires, es una señal de microondas muy débil y muy uniforme: la radiación de fondo de microondas.**

La siguiente imagen es un mapa en el que aparece la distribución de esta radiación por todo el cielo, pero tened en cuenta que esto es un mapa en dos dimensiones que representa la «cara interior» del volumen esférico (y, por tanto, tridimensional) al que llamamos universo observable (un concepto del que hablaba [en esta entrada](#), por cierto).



Esta radiación lejana y antigua **fue emitida unos 380.000 años después de que ocurriera el Big Bang, cuando el universo se volvió transparente**. Hasta aquel momento, la materia había estado tan apiñada y la temperatura era tan alta que cualquier rayo de luz se veía absorbido

rápidamente por algún átomo ionizado poco después de ser emitido. Como resultado, el universo fue completamente opaco durante los primeros 380.000 años de su existencia, así que hasta nuestros días no ha llegado ningún tipo de radiación electromagnética que fuera emitida durante aquella época y, por tanto, no tenemos información observacional directa de este periodo.

Aun así, existe un método que podría permitirnos ver más allá de esta barrera: al contrario que la luz, las ondas gravitacionales (de las que hablé [en esta entrada](#)) pudieron haber atravesado el amasijo de materia del universo primigenio sin problemas, así que se espera que su detección pueda proporcionar más información sobre esta etapa del cosmos. Eso sí, de momento, la detección de este tipo concreto de ondas gravitacionales queda fuera de nuestro alcance tecnológico, por lo que, **de momento, seguimos sin poder observar de manera directa qué ocurrió durante la infancia más tierna del universo.**

¡Espera un momento! Entonces, si no podemos observar directamente qué estaba pasando en esta época, ¿cómo saben los astrónomos en qué estado se encontraba el universo por aquel entonces? ¿No se estarán sacando teorías de la manga?

Para nada, *voz cursiva*, la reconstrucción de lo que ocurrió durante los primeros años del universo está basada en fenómenos bien estudiados y comprobados de manera experimental.

Por ejemplo, los colisionadores de partículas permiten reproducir las temperaturas extremas que reinaban en el universo en aquella época e investigar cómo se comporta la materia en esas condiciones (hablaba de esas temperaturas [en esta entrada](#)). Por otro lado, se pueden modelar los años posteriores al Big Bang utilizando las leyes de la física, simular la evolución del universo y ver si los resultados predichos encajan con la realidad que observamos hoy en día. Y, de momento, estos modelos predicen correctamente muchas propiedades actuales del universo, como la evolución de la abundancia de los elementos químicos o la distribución de las galaxias. De hecho, el fondo de radiación de microondas fue descubierto *después* de que se predijera su existencia, lo que es una prueba más del poder predictivo de la física actual.

Las leyes de la física nos permiten «ver» más allá de la barrera del fondo cósmico de microondas y remontarnos aún más en el pasado. Gracias a ellas sabemos que, cuanto más retrocedemos en el tiempo, más comprimido estaba el universo y mayor era su temperatura, llegando a épocas en las que las condiciones eran tan extremas que no existían los núcleos atómicos, las partículas fundamentales o incluso las cuatro fuerzas fundamentales que rigen el universo ([guiño, guiño](#)).

Pero, por desgracia, incluso las leyes de la física tienen un límite: aunque se pueden utilizar para predecir qué ocurría hasta la primera *septillonésima* de segundo de vida del universo, **cuando se intenta predecir en qué estado se encontraba en el momento justo en el que ocurrió el Big Bang, los modelos teóricos fallan estrepitosamente.** Y fallan porque la densidad del universo se vuelve infinita y los conceptos de espacio y tiempo se pierden en el mismísimo instante anterior al Big Bang. De ahí que se diga que el universo nació a partir de una [singularidad inicial](#), una región que no se puede definir con las leyes de la física actuales.

O sea, que me estás intentando decir que, como nadie sabe qué ocurrió en el momento anterior al Big Bang, se sabe aún menos de lo que existía antes, así en general, ¿no?

Más o menos, *voz cursiva*. De momento, «*qué había antes del Big Bang*» o «*dónde se encontraba esa singularidad inicial*» parecen preguntas sin respuesta, porque las leyes de la física no nos pueden proporcionar esa información y tampoco podemos obtenerla a través de observaciones. Por tanto, el consenso actual es que **el Big Bang no sólo produjo toda la materia que nos rodea, sino también el propio espacio y el tiempo, así que no habría existido un «antes» del Big Bang...** Porque el espacio y el tiempo ni siquiera existían, por raro que pueda sonar.

Aun así, el terreno de un hipotético universo «*pre-Big Bang*» está abierto a la especulación. Ojo, que la palabra *especulación* es importante en este contexto porque, **aunque existen hipótesis que intentan describir cómo era el universo antes del Big Bang, de momento no hay ninguna manera de comprobar si se ajustan a la realidad o no**, así que no se puede demostrar si son correctas o incorrectas.

Teniendo esto en cuenta, aunque de momento sean improbables, se han propuesto ideas interesantes que podrían ayudar a mejorar los modelos actuales en un futuro.

Por ejemplo, **una de las propuestas es que el tiempo ya existiera antes de que tuviera lugar el Big Bang, al contrario de lo que sugiere el consenso actual**. Según los autores de esta idea, la existencia de una época «*pre-Big Bang*» ayudaría a explicar un detalle en concreto sobre la historia del universo que al modelo más aceptado, el de la inflación, le cuesta un poco.

Me explico. Si volvéis a mirar la imagen del fondo de microondas que he puesto más arriba, veréis que cada región del universo está pintada con un color distinto. Estos colores representan la intensidad de la señal de microondas que se detecta en cada punto del cielo (en rojo es más intensa y en azul lo es menos). A su vez, **la intensidad de esta señal es un reflejo de la cantidad de materia/energía que había en cada una de estas regiones cuando el universo se volvió transparente, así que la radiación de fondo nos dice cómo estaba distribuida la materia por el espacio en aquella época**.

Pero resulta que las diferencias que aparecen en ese mapa se han exagerado muchísimo para que se puedan observar mejor. En realidad, la diferencia entre las variaciones más altas y más bajas de la intensidad de la señal rondan la milésima de grado (se suele hablar de esta radiación en términos de temperatura), así que, **en realidad, la radiación de fondo de microondas es extremadamente uniforme**.

Por tanto, esta señal que es tan uniforme por todo el cielo es un reflejo de que, **cuando el universo se volvió transparente, la distribución de materia y energía que la emitieron era muy homogénea**. Esta homogeneidad se puede observar también en la distribución de las galaxias que, a gran escala, están distribuidas por el espacio de manera muy uniforme.

El descubrimiento de esta uniformidad fue un quebradero de cabeza para los astrónomos de la época porque **los modelos teóricos no predecían ningún motivo por el que el Big Bang tuviera que producir un universo tan homogéneo desde su inicio**. En su lugar, parecía mucho más probable que la energía hubiera aparecido distribuida de manera irregular por el espacio y que, con el tiempo, se hubiera repartido por el universo hasta equilibrarse y volverse uniforme, igual que una masa de agua caliente y una de agua fría alcanzan una temperatura intermedia cuando se mezclan.

Pero, además, la teoría del Big Bang sugería que existían regiones del universo que se habían estado alejando unas de otras a velocidades superiores a las de la luz desde su nacimiento (el espacio se puede expandir a velocidades superiores a las de la luz, como comenté **en esta otra entrada**). Estas velocidades hubieran imposibilitado el intercambio de energía entre las diferentes regiones del espacio y, por tanto, si el universo no hubiera sido muy homogéneo desde el principio, nunca podría haber alcanzado la uniformidad que observamos hoy en día.

Este problema se puede resolver mediante **el modelo de la inflación**,¹ la idea de que el universo creció más despacio justo después del Big Bang y que su velocidad de expansión se disparó más

1 Una exposición de una de las **teorías del origen del universo basadas en la inflación** es como sigue: Esa tremenda expansión proviene de una pequeñísima región del espacio-tiempo de **10-35 m** que estaba en un estado de **falso vacío/ fluctuación cuántica de vacío** (es un estado peculiar inestable que surge de modo natural en las teorías cuánticas). Esa minúscula zona empezó a expandirse impulsada por un efecto gravitatorio repulsivo. Durante la expansión el estado de falso vacío decae en vacío habitual produciendo una “sopa” muy caliente de partículas que corresponde al punto de partida del **Big Bang**. energía

adelante de manera repentina. De esta manera, la energía hubiera tenido tiempo de fluir por todo el espacio hasta homogeneizarse durante los primeros instantes de vida del universo, dando lugar a la uniformidad que observamos hoy en día en el cielo.

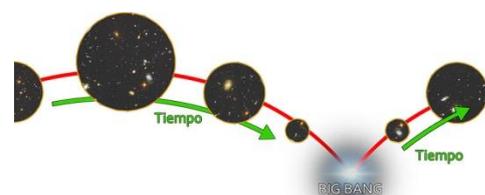
Pero, aunque la inflación es el modelo más aceptado en la actualidad, tiene sus detractores, y entre las alternativas a la inflación que han propuesto esos detractores está la existencia de la época «*pre-Big Bang*» que había mencionado: **si, al contrario de lo que se piensa, el tiempo sí que hubiera existido antes de que tuviera lugar el Big Bang, entonces algún proceso distinto a las leyes físicas conocidas podría haber «estabilizado» la singularidad inicial, asegurando la producción de un universo que fuera muy uniforme desde el principio.**

En la misma línea, se ha planteado otro escenario en el que, antes del Big Bang, el universo existió en un estado comprimido y muy caliente que evolucionó lentamente durante una cantidad de tiempo indeterminada. Según este modelo, el universo habría estado en una situación de equilibrio metaestable en la que cualquier mínima perturbación provocaría que se liberara toda su energía. Cuando esa perturbación ocurrió, el universo caliente, compacto y extremadamente denso se empezó a expandir, produciendo la «explosión» que daría lugar a la realidad que vemos ahora.

Ya, bueno, puedo creerme que existiera el tiempo antes del Big Bang, pero eso sigue sin explicar de dónde salió esa singularidad (o lo que sea) que originó el universo.

Cierto, voz cursiva. Seguimos en el terreno de la especulación, pero también hay alguna idea al respecto.

Existe otro escenario hipotético llamado **Big Bounce**,² la idea de que el universo pasa continuamente por ciclos de contracción y expansión. En este caso, el universo nacería a partir de un Big Bang, crecería hasta alcanzar un tamaño máximo y, a partir de ahí, empezaría a contraerse hasta condensarse otra vez en una singularidad. Esta



gravitatoria generada en la expansión puede ser considerada negativa y de ahí viene la energía materializada en la expansión, siendo la energía total igual a cero. Es decir, podríamos decir que el mecanismo de la expansión inflacionaria produciría un universo partiendo de la “nada”. Hoy sabemos que en el mundo cuántico de partículas subatómicas, una caja que no contenga materia o energía alguna todavía no está vacía. Las partículas son creadas y destruidas en escalas diminutas de tiempo - menos que **10⁻²⁰ segundos**-. Si las partículas pueden crearse en esta escala de tiempo, entonces pueden ciertamente ser creadas cuando el universo tenía la edad de **10⁻⁴³ segundos**. El universo pudo haber ocurrido como una **fluctuación cuántica en la nada**. Luego, según la esfera se expandía, el orden fue espontáneamente creado como partículas elementales -quarks, electrones, neutrinos- y las leyes físicas a que obedecían aparecieron de la nada. **Ninguna cosa de éstas viola principio alguno de la física**

² La teoría de la **Gravedad Cuántica de Bucles** también se pregunta ¿qué había antes del Big Bang? Y responde con una teoría cíclica del universo. Esa Teoría nos acerca como nunca al **Big Bang** e incluso va más allá, hablan de un cosmos que se contrae para expandirse después del **Big Bang**, es una **teoría cíclica del universo** que elimina el problema de la singularidad del **Big Bang** y proporciona siempre un tiempo anterior al **Big Bang**, pero no un punto de inicio del universo. Antes del Big Bang sí hubo un Universo, y ese Universo se contrajo hasta un volumen muy pequeño (no nulo), para luego expandirse de nuevo violentamente. Big Bounce, el “Gran Rebote” de esa contracción seguida de una expansión. Lo cual sugeriría una serie infinita de Uni-versos idénticos que se expanden, se contraen hasta el Big Bounce, se expanden... hay muchos “Universos anteriores” que podrían haber dado lugar al nuestro. La teoría de la Gravedad cuántica de bucles es una teoría de gravedad cuántica que mezcla las teorías aparentemente incompatibles de la mecánica cuántica y la relatividad general. Como teoría de la gravedad cuántica, es el competidor principal de la **teoría de las cuerdas**.

singularidad volvería a reventar en algún momento, formando un universo completamente nuevo, y el ciclo se volvería a repetir.

Este escenario ha sido descartado porque las mediciones de la geometría del espacio sugieren que el universo se va a seguir expandiendo para siempre, así que, en principio, no se va a contraer nunca. Aun así, **Roger Penrose y Vahe Gurzadyan han propuesto que ciertos patrones concéntricos que se pueden encontrar en el fondo de radiación de microondas podrían ser señales de que existió un universo antes que el nuestro.** Según ellos, estos patrones en el fondo de radiación de microondas podrían ser las marcas de las intensas ondas gravitacionales que produjeron los choques entre agujeros súpermasivos en el universo que habría precedido al nuestro.

Curiosamente, otro resultado de esta hipótesis es que, si fuera correcta (que, repito, no es más que especulación) se podría codificar información en la radiación de fondo de microondas para transmitir información entre un universo y el siguiente... Aunque, claro, manipular las trayectorias de agujeros negros súpermasivos para que sus colisiones sigan un patrón determinado puede ser *bastante* complicado, así que una civilización que quisiera hacer esto tendría que buscar otra manera de manipular el fondo cósmico de microondas.

Por otro lado, otra posible «respuesta» a la pregunta de qué había antes del Big Bang **son los universos burbuja.** En este caso, estamos ante un escenario en el que existe un espacio en continua expansión en cuyo interior nacen nuevos universos constantemente y en el que nuestro propio universo no sería más que una de estas «burbujas» que se expanden en el interior de un universo mayor. Curiosamente, este es un escenario que predice la teoría de la inflación y es uno de los motivos por lo que sus detractores la critican.

Una vez más, tampoco hay indicios observacionales de que estos multiversos existan, pero, en cualquier caso, estas dos ideas vuelven a pecar de lo mismo que las hipótesis anteriores: aunque, técnicamente, responden a la incógnita de qué podría haber existido antes del Big Bang, **siguen sin explicar de dónde salió la singularidad inicial que dio origen a todo.**

Bueno, ¿y no podría ser que el universo hubiera existido desde siempre? ¿Que lleve un tiempo infinito repitiendo ciclos de contracción y expansión o que siempre se haya estado expandiendo y generando más universos nuevos, sin que realmente empezara en ningún momento?

Pues parece que no, *voz cursiva.* **El análisis matemático de todos estos modelos sugiere que el universo no ha podido existir desde siempre y que necesariamente debió tener un inicio en algún momento.**

Por tanto, resumiendo la respuesta de hoy: hay quién ha propuesto que la singularidad inicial que dio lugar al universo existió durante un tiempo, regida por unas leyes de la física distintas a la que conocemos, pero también se ha sugerido que antes del Big Bang pudo haber existido otro universo que se acababa de contraer o que el principio de nuestro universo tuvo lugar dentro de otro aún mayor.

Pero, aun así, de momento no hay manera de poner a prueba ninguna de estas hipótesis, así que, **hasta donde sabemos, la respuesta a la pregunta de hoy es que no sabemos qué había «antes» de que tuviera lugar el Big Bang, porque el espacio y el tiempo aún no existían.** Ojo, que eso no significa que nuestro universo surgiera de la nada. Simplemente que no tenemos manera de definir qué estaba pasando antes de que tuviera lugar la «Gran Explosión».