

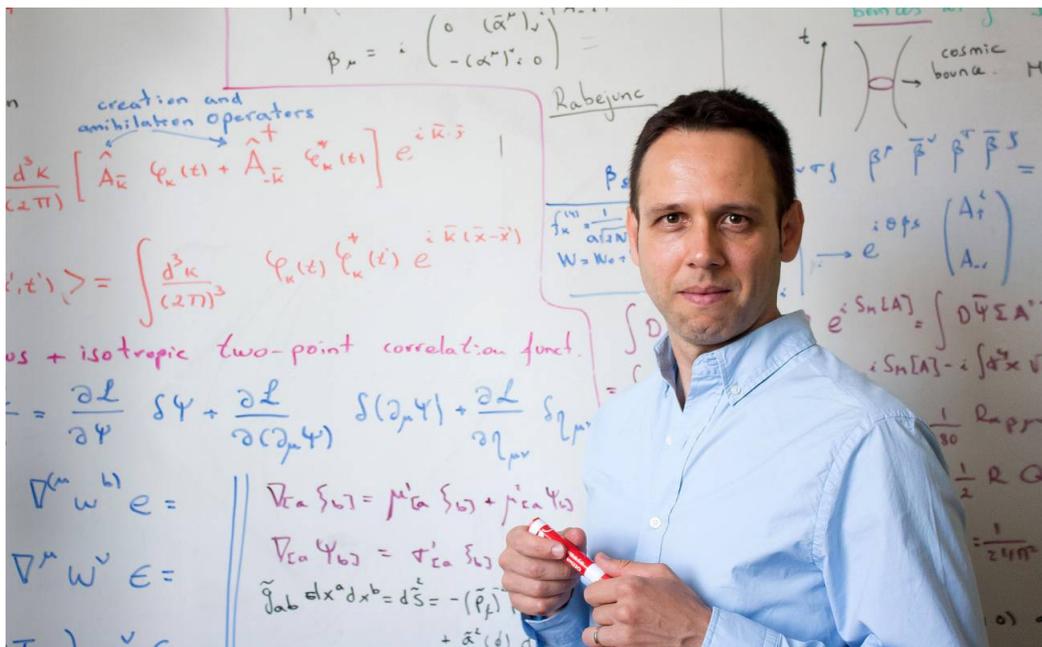
IVÁN AGULLÓ, FÍSICO TEÓRICO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE LUISIANA (EE UU)

“No estamos seguros de que el universo comenzara en el Big Bang”

Aunque parezca increíble, del vacío pudo emerger el cosmos, que quizá no nació tras una gran explosión. Puede que en ese momento, hace 13.800 millones de años, lo que experimentara fuera un gran rebote tras un periodo de contracción. Desde entonces no deja de expandirse, hasta que termine sus días de forma aburrida y con el tiempo congelado. El autor del libro *Más allá del Big Bang* nos habla de estas teorías.

Enrique Sacristán

23/4/2020 08:00 CEST



El profesor Iván Agulló desarrolla su labor docente e investigadora en el departamento de Física y Astronomía de la Universidad Estatal de Luisiana (EE UU). / LSU

El investigador alicantino Iván Agulló (Elche, 1980) es uno de los pocos científicos que ha ganado dos veces el concurso de la Gravity Research Foundation, un prestigioso galardón que han recibido figuras como Stephen Hawking, Roger Penrose y diversos premios Nobel.

El físico teórico Iván Agulló nos invita en esta entrevista a hacer lo mismo que indica el subtítulo

de su libro 'Más allá del Big Bang': un breve
recorrido por la historia del universo

Este físico teórico se licenció en la Universidad de Valencia pero ahora enseña cosmología e investiga sobre el universo temprano en la Universidad Estatal de Luisiana (EE UU).

Gran parte de su conocimiento lo resume en su libro *Más allá del Big Bang* (Debate, 2020). Siguiendo el subtítulo de su obra, le hemos invitado a hacer también con nosotros *Un breve recorrido por la historia del universo*.

¿Alguna vez has mirado al cielo y te has parado a pensar cómo surgiría todo aquello?

Muchas veces en realidad, sobre todo cuando era niño. Sin embargo, mi motivación por la ciencia me vino más por leer libros que por mirar al cielo. Recuerdo que siendo pequeño alcancé a comprender que el cosmos está regido por unas leyes, y que, utilizando las matemáticas, el ser humano puede descubrirlas. Aquello me produjo tal impacto intelectual que nunca más lo pude sacar de mi mente. Fue un descubrimiento que cambió mi vida de forma profunda.

"La relatividad general de Einstein describe muy bien la mayoría de los fenómenos del universo, pero no es válida en los instantes cercanos al Big Bang porque no incorpora los efectos cuánticos, y estos desempeñaron un papel esencial en aquellos momentos"

Comencemos por el principio. ¿Cómo surge el universo?

La idea generalizada de que el universo comenzó hace 13.800 millones de años se extrae de la teoría de la Relatividad General de Einstein, que describe exquisitamente bien la inmensa mayoría de los fenómenos observados y es la que usamos para estudiar la estructura y evolución del cosmos. El problema es que no tiene validez en los instantes cercanos al Big Bang, ya

que no incorpora los efectos cuánticos, y pensamos que estos desempeñaron un papel esencial en aquellos momentos.

Si queremos entender cómo se originó el universo o, mejor, si tuvo un origen, no tenemos más remedio que incorporar esos efectos cuánticos a la teoría de Einstein, en lo que se conoce como una teoría cuántica de la gravedad. Los cosmólogos llevan mucho tiempo intentándolo.



¿Entonces el universo no nació hace unos 13.800 millones de años como nos han dicho?

No estamos seguros de eso. De la misma manera que podemos calcular donde estaba la Luna en un instante pasado conociendo su posición y velocidad actual, la relatividad general nos permite conocer la evolución pasada del universo a partir de las observaciones del presente, viendo la materia y radiación que contiene y la forma en la que se expande. La respuesta es que la expansión cósmica debió originarse en aquel instante, que solemos llamar el Big Bang. Pero insisto, esto no quiere decir

que el cosmos se originase en aquel instante.

¿Cuáles son las otras alternativas, qué hubo antes del Big Bang?

Hay diferentes teorías, pero realmente ninguna aceptada. Algunas plantean que, efectivamente, el universo se originó en el Big Bang, como la llamada 'propuesta de no-frontera' de Stephen Hawking y James Hartle, que es una versión cuántica del Big Bang de la relatividad general, donde el universo surge de la nada. Yo particularmente no soy un gran fan de esas ideas.

Otro ejemplo es el de la teoría cuántica de lazos que, por el contrario, sugiere que el Big Bang fue un gran rebote, donde el universo dejó de contraerse y comenzó a expandirse, lo que implicaría que entonces no se originó en ese

instante. Otra idea es que el cosmos no nació en el Big Bang, pero sí el concepto de tiempo. Las propuestas sobre la mesa son fascinantes. Aquí el ser humano tiene un reto intelectual enorme, y daría lo que fuera por conocer la respuesta durante mi tiempo de vida.

"Una de las teorías sugiere que el Big Bang fue un gran rebote, donde el universo dejó de contraerse y comenzó a expandirse, lo que implicaría que entonces no se originó en ese instante"

En cualquier caso, ¿del vacío puede surgir algo?

Por mucho que sorprenda, la respuesta es que sí. La razón por la que nos parece imposible es debido a la imagen idealizada que tenemos del concepto de vacío, que asociamos al concepto de la 'nada', pero no es lo mismo. La nada como tal no existe en la naturaleza. Sin embargo, el vacío se define como el estado de mínima energía que puede alcanzar un sistema, y esto no implica que deba ser igual a cero, ni que no haya nada dentro.

La física cuántica nos enseña que el vacío tiene estructura interna, y como consecuencia se puede interaccionar con él. Por ejemplo, al inyectar energía en el vacío se pueden crear pares de partículas espontáneamente. De hecho es lo que ocurrió en el universo temprano como consecuencia de la expansión cósmica, y es el origen de las estructuras que observamos a en el universo, incluyéndonos a nosotros mismos.

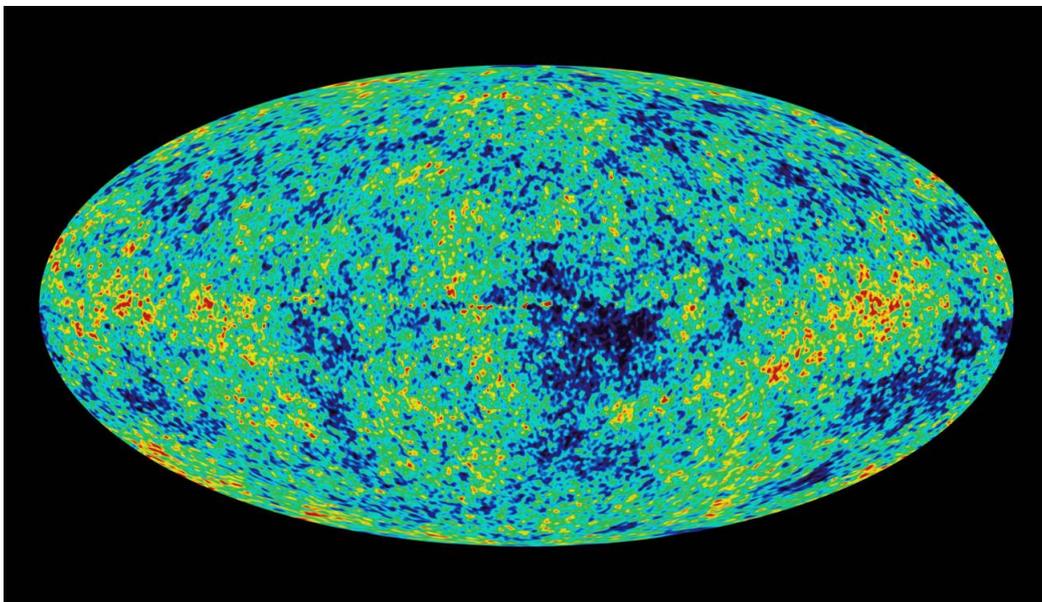
Tras el Big Bang, en menos que la trillonésima parte de un segundo se produce la inflación cósmica, una expansión colosal y ultrarrápida del universo. ¿Esto se puede demostrar con experimentos?

"Por mucho que sorprenda, del vacío puede surgir algo. La física cuántica nos enseña que se puede interaccionar con él. Inyectando energía en el vacío se pueden crear partículas espontáneamente, y es lo que ocurrió en el

universo temprano"

Pensamos que sí, pues de otra manera la inflación no podría ser considerada como una teoría científica, pero no es sencillo, pues fue un fenómeno que ocurrió en el pasado remoto. De la misma forma que estudiamos la vida de nuestros antepasados prehistóricos a través de sus restos, los cosmólogos intentan recolectar el equivalente a las pinturas rupestres que la inflación dejó en el cosmos: el fondo cósmico de microondas, cuya temperatura y polarización se pueden analizar.

Las futuras observaciones sobre la polarización nos ayudarán en esta tarea. Además, la teoría de la inflación es lo suficientemente maleable como para adaptarse a lo que podamos observar, y por ello muchos científicos piensan que no es refutable. La recopilación de suficientes datos acabará por convencernos sobre la idoneidad o no de la inflación para describir el origen de las estructuras cósmicas.



Fluctuaciones de la temperatura del fondo cósmico de microondas detectadas con la sonda de anisotropía de microondas Wilkinson (WMAP). / NASA/ WMAP Science Team

¿Cómo se expandió luego el universo sobre la nada, si has dicho que no existe?

No hay duda de que el universo se expande, pero para hacerse una imagen intuitiva es necesario entender primero qué se quiere decir con expansión. La teoría de Einstein nos dice que significa que el propio espacio está creciendo y arrastrando con él a las galaxias, alejándolas unas de otras.

"En la expansión del universo, el propio espacio es el que crece y arrastra las galaxias, alejándolas unas de otras.

Estas son como las semillas de un pan, que no se desplazan a través de la masa, sino que se mueven con ella según crece"

Algo similar ocurre con las semillas espaciadas en la masa de un pan, que se alejan unas de otras cuando se cuece: las semillas no se separan entre sí porque se desplacen a través de la masa, sino porque se mueven con ella al crecer. El problema es que nuestra intuición tiende a ver esta expansión desde 'fuera', imaginándose al universo creciendo dentro de un contenedor que lo alberga, pero eso no tiene sentido.

La expansión cósmica solo tiene sentido verla desde 'dentro'. El universo, por definición, es todo lo que existe, de modo que, sea finito o infinito, no puede estar metido dentro de nada, aunque a nuestra mente le sea muy difícil crearse una imagen de esto.

Uno de los primeros académicos en proponer la expansión del universo y esbozar lo que sería el Big Bang fue el sacerdote, matemático y astrofísico Georges Lemaître. ¿Se puede creer en Dios y seguir el método científico?

Creo que sí, y Lemaître fue un claro ejemplo. Ciencia y religión son aspectos tan diferentes del pensamiento humano, que no deben entrar en competición. La religión, en particular la católica, se basa en el axioma de la fe, el cual implica la creencia absoluta en un ser divino, y no contempla la posibilidad de probar o refutar su existencia. Por tanto, sus principios son distintos a los de la ciencia, pero no se tienen que quitar espacio una a la otra.

"Ciencia y religión son aspectos tan diferentes del pensamiento humano que no deben entrar en competición, pero es un error cuando individuos concretos mezclan argumentos científicos y religiosos para justificar los unos a partir de los otros"

Otro tema diferente es que individuos concretos tiendan a mezclar argumentos científicos y religiosos, tratando justificar los unos a partir de los otros. Eso es un error, como decía Lemaître, quien sostuvo que ciencia y religión son dos aspectos complementarios que han de explorarse por separado. Yo no soy religioso, pero comparto la posición de Lemaître.

¿En qué punto de comprensión del universo estamos hoy?

Actualmente entendemos con precisión la historia del universo durante los últimos 13.800 millones de años: cómo se formaron los núcleos atómicos, más tarde los átomos y cómo estos han evolucionado para formar estrellas y galaxias. Este conocimiento es uno de los mayores hitos de la humanidad, que no debería dejar a nadie indiferente. Pero al mismo tiempo, aún desconocemos muchas cosas.

La materia y la energía oscura, que juntas componen el 95% del contenido energético del universo actual, son un gran misterio, y es probable que su entendimiento nos depare una revolución científica. Sabemos muy poco sobre qué fue ese instante que llamamos Big Bang y no estamos seguros si el universo tuvo una fase inflacionaria, o lo que ocurrió fue algo diferente. Son los grandes desafíos de la cosmología actual.

¿Cómo será el futuro del universo?

"El futuro del universo parece que será aburrido y monótono, expandiéndose por siempre hasta acabar apagándose poco a poco, con el tiempo congelado, aunque para estar seguros tenemos que entender el

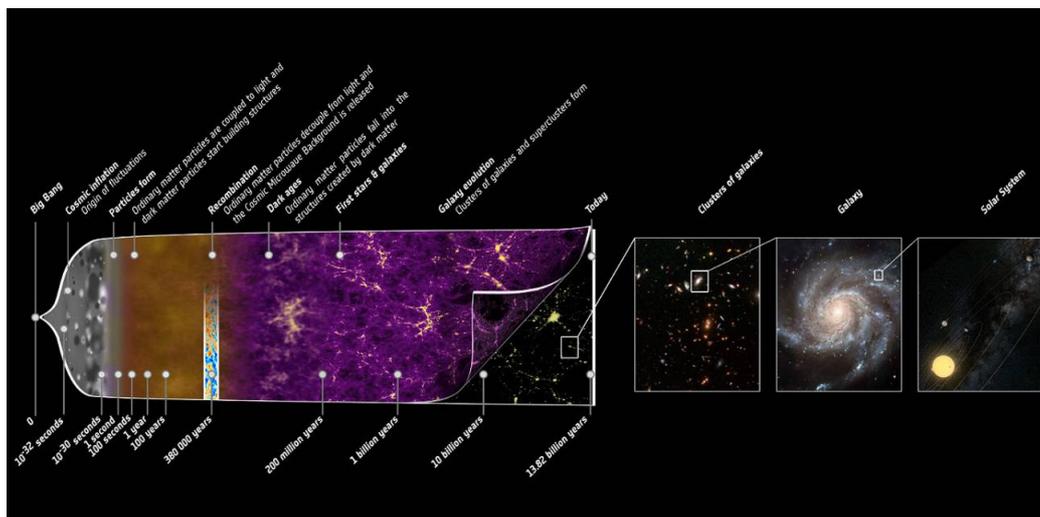
misterio de la energía oscura"

Todo indica que será aburrido y monótono. Más concretamente, parece que el cosmos continuará expandiéndose por siempre, incluso cada vez más rápido. Las estrellas terminarán agotando su combustible, explotando o dejando fríos remanentes, muchos de los cuales acabarán cayendo dentro de agujeros negros, los cuales a su vez terminarán evaporándose, transformando la materia que han engullido en radiación, debido al llamado efecto Hawking. La expansión enfriará esa radiación, y el universo se irá apagando poco a poco, hasta que cese toda actividad.

Una vez que nada interesante pueda ocurrir en el cosmos, podemos decir que el tiempo físico, medido a través de los cambios en la materia o en la gravedad, se detiene. En este sentido, el tiempo terminaría congelándose.

¿No existe alguna otra posibilidad?

Bueno, eso lo que ocurrirá si la energía oscura, que es la causante de que el cosmos se expanda cada vez más rápido, continúa actuando tal y como lo hace ahora. Pero puesto que no sabemos con certeza qué es esta energía oscura, no podemos descartar otras posibilidades, como por ejemplo que su efecto cese o cambie en el futuro, que la expansión del universo se frene, hasta incluso hacer que este vuelva a contraerse. Todo parece indicar que esto no será así, pero tenemos que entender mejor el misterio de la energía oscura para estar seguros.



La historia de nuestro universo. / NASA

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

TIEMPO | RELATIVIDAD GENERAL | UNIVERSO | BIG BANG | INFLACIÓN |
ESPACIO |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)