

¿Y si no hubo un principio?



La cosmología cuántica de bucles suma argumentos frente a la teoría del Big Bang - Nuestro universo pudo surgir del colapso de otro preexistente

JAVIER SAMPEDRO – El País- 28/12/2008

El Big Bang no es la única noción del origen del cosmos compatible con la física actual. La denominada cosmología cuántica de bucles (*loop quantum cosmology*) está sumando argumentos a favor de una segunda posibilidad: que nuestro universo emergiera del colapso de un universo preexistente. La teoría ha llegado ahora al punto de madurez necesario para hacer predicciones que pueden someterse a prueba experimental. De confirmarse, el Big Bang habría sido en realidad un *Big Bounce* (o gran rebote), y el cosmos no vendría de un punto de infinita densidad, sino de una sucesión de expansiones y contracciones tal vez eterna, sin principio ni final.

De confirmarse, se trataría en realidad de un 'Big Bounce' o gran rebote

Sólo la gravedad podría revertir la actual expansión del cosmos

La cosmología cuántica de bucles tiene la capacidad, al menos en principio, de iluminar aquellas regiones del pasado hasta donde ni siquiera alcanza la gran teoría actual del espacio, el tiempo y la gravedad, que es la relatividad general de Einstein. Las ecuaciones de Einstein se deshacen en el origen del universo, que por ello constituye una "singularidad" matemática, un punto de densidad infinita que no puede explicarse por la teoría de la relatividad de Albert Einstein.

La relatividad general es uno de los dos pilares en los que se fundamenta la física actual. El otro es la mecánica cuántica. En rasgos generales, la primera des-

cribe las grandes escalas -el comportamiento de planetas, estrellas, galaxias y sus interacciones gravitatorias-, y la segunda rige en el mundo subatómico. Ambas son teorías de enorme capacidad predictiva, que han superado las pruebas experimentales más exigentes a las que se han sometido en sus respectivos ámbitos.

Pero son incompatibles entre sí, y los físicos han ensayado dos grandes aproximaciones teóricas para superar esa discrepancia, es decir, para agrupar la relatividad y la mecánica cuántica bajo un marco más profundo capaz de acogerlas sin contradicciones. Una de ellas, es la teoría de cuerdas, y otra la gravedad cuántica de bucles, en la que se basa la nueva cosmología del *gran rebote*.

La gravedad cuántica de bucles ha sido desarrollada por Abhay Ashtekar, Lee Smolin, Carlo Rovelli y otros físicos desde la década de los años ochenta. Su principal cualidad es que el espacio no es un continuo a pequeña escala: al igual que la materia y la energía, el espacio está formado por *cuantos* indivisibles si uno lo examina muy de cerca.

Cada uno de esos paquetes de espacio mide sólo unos 10^{-35} metros cuadrados, una magnitud inapreciable a las escalas habituales, pero suficiente para evitar las paradojas matemáticas de la "singularidad": espacio cero implica una densidad y una gravedad infinitas en el origen del universo, pero si el espacio no puede llegar jamás a ser cero, la gravedad tampoco tiene que ser infinita allí. Eso permite a las ecuaciones de la gravedad cuántica de bucles explorar las regiones del pasado que estaban prohibidas para la relatividad de Albert Einstein.

Cuando Ashtekar y su equipo desarrollaron hace dos años unas detalladas simulaciones por ordenador del universo descrito por las ecuaciones de la gravedad cuántica de bucles -es decir, desarrollaron la cosmología cuántica de bucles-, ocurrió algo inesperado. "Me quedé sobrecogido", narra Ashtekar en el último número de la revista *New Scientist*.

El físico estaba observando la simulación correr hacia atrás en el tiempo, con el universo volviéndose cada vez más pequeño y denso en energía mientras se aproximaba al momento del Big Bang. Eso era lo esperable. Pero, en lugar de colapsarse en un punto de densidad infinita -la singularidad del Big Bang-, la simulación del cosmos rebotó y empezó a expandirse de nuevo. Si las ecuaciones eran correctas, nuestro universo no venía del estallido de un punto, sino del rebote de un universo anterior en proceso de compresión: un *Big Bounce*.

La cosmología cuántica de bucles no pinta un universo eterno salvo por unas oscilaciones de tamaño a las que pudiéramos llamar "convencionales" en ningún sentido tranquilizador. Si la teoría resultara ser correcta -lo que está por ver-, el universo anterior al nuestro se habría contraído hasta alcanzar una densidad monstruosa, de 5×10^{96} kilogramos por metro cúbico (la llamada densidad de Planck), antes de rebotar y dar lugar a la fase actual de expansión.

Ninguna civilización podría sobrevivir a una cosa semejante, por ejemplo. Lo que hace notable a esta teoría es su capacidad para sortear los infinitos de la singularidad, o para esquivar las paradojas matemáticas derivadas del espacio cero. Por lo que se refiere a la metafísica, un *Big Bounce* no parece muy distinto de un Big Bang de pleno derecho.

Y sólo la gravedad podría detener y revertir la actual expansión del cosmos para dar lugar a un nuevo ciclo cósmico. La materia del universo no parece ser suficiente para ello, y la mayoría de los modelos siguen prediciendo una expansión acelerada e irreversible.

¿Rebotará nuestro cosmos?

Que el universo invierta o no su tendencia actual, para iniciar una compresión que pueda conducir al próximo *rebote*, depende críticamente de dos profundos misterios: la materia oscura y la energía oscura, que constituyen el 95% de lo que existe.

La materia normal consiste en estrellas y -sobre todo- gas incandescente situado entre las galaxias que forman cada cúmulo galáctico. Pero la suma de las galaxias y el gas no da la masa suficiente para mantener el cúmulo unido por la atracción gravitatoria entre sus partes. De ahí la necesidad teórica de la materia oscura (el 20% del universo).

El otro misterio, la energía oscura que forma el 75% restante del cosmos, tiene la más curiosa de las historias en la física teórica. Según la relatividad general -la teoría de la gravedad que Albert Einstein descubrió en 1916, tras 10 años de lucha intelectual-, los objetos deforman el espacio y el tiempo (el espaciotiempo) de su entorno, como una bola de petanca deforma una cama elástica. Si hay otra bola de petanca rodando por las proximidades, la deformación hará que caiga en espiral hacia la primera (y viceversa). Esas danzas geométricas de los objetos en caída libre por las curvaturas del espaciotiempo son la gravedad.

Pero la relatividad general tenía un problema grave que Einstein no pudo ignorar: si los cúmulos de galaxias deforman la cama elástica del espaciotiempo, el universo debería colapsarse pendiente abajo. Como en 1916 el Universo era estático, Einstein inventó una fuerza o presión repulsiva (imaginen un ventilador situado debajo de la cama elástica) que viniera a compensar las deformaciones causadas por las bolas. La llamó *constante cosmológica*, y eligió su magnitud de manera arbitraria y cuidadosa para que el universo pudiera seguir siendo estático a gran escala.

'La trampa' de Einstein

La trampa de Einstein equivale a pedir a una pelota que se quede parada sobre el aro de la canasta (no es una metáfora: la ecuación es exactamente la misma). Es casi seguro que la pelota entrará o se saldrá, y lo segundo equivale a la expansión cósmica que observamos.

La energía oscura -el motor de esa expansión acelerada- parece ser justo esa constante cosmológica inventada por Einstein, sólo que sin la trampa de la canasta. La constante fue descartada por el físico alemán -"el mayor error de mi carrera", dijo- cuando se descubrió la expansión del universo, pero ha sido recuperada en tiempos recientes al saberse que ésta era acelerada.