

La trascendencia de las ondas gravitacionales

EDUARDO BATTANER

MIEMBRO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES DE GRANADA.

La importancia del descubrimiento es que se trata de una detección directa y un buen ejemplo de cómo la ciencia pura promueve el desarrollo de tecnología puntera

Einstein, Einstein, Einstein... "repetía frecuentemente Niels Bohr, obsesionado por las críticas de Einstein a la Mecánica Cuántica. Einstein, Einstein, Einstein... repetimos los astrofísicos, impresionados por la noticia propiciada por la Colaboración LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Waves Observatory). Pero ahora lo hacemos con alegría y emoción. Una alegría y una emoción que se ha desbordado y ha llegado al público. ¿Qué significa este gran hallazgo y por qué traemos a la memoria el nombre de Einstein?

Se trata de la confirmación de una predicción de la teoría de la relatividad general de Albert Einstein. Se consigue 100 años después, casi exactamente porque esta teoría fue publicada en noviembre de 1915 y en su forma definitiva en marzo de 1916.

¿Qué son las ondas gravitacionales? Es conocido por los curiosos amantes de la ciencia que según la relatividad la gravitación es equivalente a una curvatura del espacio-tiempo. Esta deformación es capaz de propagarse en forma ondulatoria. Se produce en cualquier lugar, aunque para que sea detectable se precisa que la deformación inicial sea debida a grandes variaciones de gravitación, como en un sistema doble de estrellas de neutrones o, como en el caso que nos ocupa, por la fusión de dos agujeros negros. Al llegar aquí, a la Tierra, las ondas producen una variación ligerísima en el espacio-tiempo, con lo cual la distancia entre dos espejos varía. En el caso de este esta noticia, la separación entre los espejos es de 4 km y la variación en la distancia es de uno partido por uno seguido de 19 ceros metros.

En 1915 se publica la teoría de la relatividad general. En 1936, se publica un artículo en el que se predice la existencia de ondas gravitacionales, en el que Einstein y su colaborador son conscientes de las dificultades de su detección. Posteriormente, R. Weis, K. Thorne y R. Drever, los tres profesores «emeritus», en 1980, proponen que con el avance de

la tecnología se podía ya pensar en su detección. Aunque sea un reto colosal, esto es un buen ejemplo de cómo la ciencia pura promueve el desarrollo de tecnología puntera. Se propone la idea: es el nacimiento de LIGO.

Este experimento es liderado por Estados Unidos pero goza de la participación de científicos de muchos países (LIGO+VIRGO), entre ellos España (grupo de la Profa. Alicia Sintés, de la universidad de las Islas Baleares). El presupuesto de estos experimentos es tan ele-



vado que necesita la colaboración internacional, como es frecuente en las grandes colaboraciones para observatorios tanto en tierra como espaciales. Esta cooperación internacional supone además un nexo interactivo de interés para la humanidad.

La búsqueda de ondas gravitacionales no es nueva. En 1982 se descubrió que el período orbital de un sistema doble formado por dos estrellas de neutrones disminuía con el tiempo. Un sistema doble de este tipo es un lugar ideal para producir ondas gravitacionales intensas. Se pensó que este aumento era debido a la pérdida de energía debida a la emisión de las ondas. Se trataba de una detección indirecta, que necesitaba de una hipótesis para su interpretación. Por este descubrimiento R. Hulse y J. Taylor recibieron el premio Nobel en 1993. Pero era necesario una detección directa.

Muy recientemente una colaboración americana con el nombre de BICEP2 anunció el descubrimiento de ondas gravitacionales, aunque estas tenían un origen muy diferente. Digamos que hay dos tipos de fuentes de ondas gravitacionales. Unas se producen en el universo actual, en sistemas dobles de objetos muy masivos, como es el caso del mencionado sistema doble de estrellas de neutrones o, como es el caso de este descubrimiento que nos permite asistir a la fusión de dos agujeros negros. Estos agujeros negros se generan en la muerte de estrellas muy masivas. Para ello hace falta que existan las estrellas, es decir, en un universo relativamente reciente.

En cambio, las ondas gravitacionales pretendidamente descubiertas por BICEP2, tenían que haberse originado en una fase muy primitiva del Universo, denominada «era de la inflación», cuando no existían aún ni galaxias ni estrellas. En esta era, existían variaciones aleatorias del espacio-tiempo que son las que se pudieran haberse detectado en el llamado «Fondo Cósmico de Microondas», CMB. Es esta una radiación correspondiente a un tiempo de algo menos de 400 mil años después del Big-Bang y que podemos observar hoy.

Se ha predicho que las ondas gravitacionales de la inflación tienen que producir un tipo muy particular de polarización en el CMB, los famosos "modos B" de polarización. Esta detección, publicada a bombo y platillo, sin embargo, tuvo que ser desmentida. De eso se encargó la misión espacial PLANCK que por entonces estaba midiendo el CMB con mayor sensibilidad que nunca. Debemos destacar que en esta misión espacial PLANCK participa la Universidad de Granada. Con PLANCK se comprobó que esos modos B descubiertos por BICEP2 no eran la huella de ondas gravitacionales inflacionarias. Su origen estaba mucho más cerca: en el polvo del medio interestelar de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.

En todo caso, esta detección de ondas gravitacionales en el CMB, que probablemente no tardará en conseguirse realmente, hubiera sido también una detección indirecta. La importancia del descubrimiento de LIGO es que se trata de una detección directa.

La emisión tiene una energía equivalente a una masa de tres veces la masa del Sol, según la fórmula de Einstein $E=mc^2$. Comprueba una predicción de Einstein. Y desde el punto de vista instrumental, se basa en interferometría láser y fue Einstein quien sentó la base teórica para el funcionamiento del láser.

Einstein, Einstein, Einstein...