



:: [portada](#) :: [Conocimiento Libre](#) ::

10-10-2017

Albert Einstein, las ondas gravitacionales, una sofisticada contrastación experimental y la obtención del Nobel de Física de 2017

Salvador López Arnal
Rebelión

Es un intento de divulgación. Nada nuevo para personas ya puestas en la materia. Me baso en artículos de diarios y de revistas. Algunos de ellos, llevan la firma de Nuño Domínguez. En mi opinión, uno de los mejores divulgadores científicos de nuestro país. También en una nota del físico de la UAM Juan García-Bellido.

Las ondas gravitacionales [OG]

Son vibraciones en el espacio-tiempo, el material del que está hecho el universo. En 1916, Albert Einstein predijo que, según su teoría general de la relatividad [TGR], los cuerpos más violentos del cosmos -las explosiones estelares en supernovas, las parejas de estrellas de neutrones, la fusión de dos agujeros negros supermasivos, la fuente más potente de estas ondas- liberan parte de su masa en forma de energía a través de estas ondas "que tienen más energía que billones y billones de bombas atómicas". El físico con extenso expediente del FBI creyó también, creencia que ahora sabemos que es errónea, que no sería posible detectarlas debido a que se originan en lugares muy distantes. Serían imperceptibles al llegar a nuestro planeta.

Las OG, la metáfora ha sido muy usada, son comparables a las ondas que se mueven en la superficie de un estanque o al sonido en el aire. Deforman el tiempo y el espacio y, en teoría, viajan a la velocidad de la luz. Su paso puede modificar la distancia entre planetas de forma muy leve. Las frecuencias de algunas de estas ondas coinciden con las del sonido.

Las OG abren una nueva era en el conocimiento del universo. Toda la información que tenemos del cosmos -se cree que solo conocemos el 5%- es por la luz en sus diferentes longitudes de onda: visible, infrarroja, ondas de radio, rayos X, etc. Las OG nos dan, digamos, un sentido más y nos permiten saber qué está pasando allí donde hasta ahora no veíamos nada.

También permiten saber si la [Teoría General de la Relatividad](#) se mantiene vigente en los rangos de presión y gravedad más intensos que pueden concebirse... O no, por supuesto.



LIGO

El Observatorio de [Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales](#) (LIGO), en EE UU, captó en 2015 las ondas producidas por la fusión de dos agujeros negros. La primera vez que se captan OG, un siglo después de que Einstein predijera su existencia.

Sólo existían pruebas indirectas de su existencia. En 1978, Russell Hulse y Joseph Taylor demostraron que un púlsar binario -dos estrellas orbitando juntas, una de ellas un púlsar- estaban cambiando ligeramente su órbita debido a la liberación de energía en forma de OG en una cantidad idéntica a la que predecía la TGR. Ambos ganaron el Nobel de Física en 1993. Las teorías de Einstein dan para muchos premios como vemos.

Diez años después, en 2003, se confirmó que lo mismo sucede con otra pareja estelar, en este caso de dos púlsares.

El LIGO es un gran instrumento óptico de precisión desarrollado por los institutos tecnológicos de California (Caltech) y Massachusetts, (MIT) y la Colaboración Científica LIGO, en la que participan unos 1.000 investigadores de muchos países (España incluida). La instalación consta de dos detectores láser con forma de L. Cada brazo de esa L tiene 4 kilómetros y hay dos detectores idénticos, uno en Luisiana y otro a unos 3.000 kilómetros, en el estado de Washington. LIGO puede identificar variaciones equivalentes, no hay error en la medida, a una diezmilésima parte del diámetro de un átomo. Es la medición más precisa jamás lograda por un instrumento científico.

Se necesitan al menos dos detectores. ¿Para qué? Para evitar los falsos positivos causados por cualquier vibración local como terremotos, tráfico o fluctuaciones del propio láser. Al contrario que todos ellos, este es un punto importante, una OG causará una perturbación exactamente igual en Luisiana que en Washington.

Con la configuración actual, LIGO puede ver-detectar a una distancia de unos 1.000 millones de años luz de la Tierra ($1.000 \times 1.000.000 * 365 * 84.600 * 300.000 \text{ kms} = 9.263.700.000.000.000.000 \text{ de km}$). Se cree que LIGO alcanzará su máxima potencia en 2020.

El descubrimiento de la primera señal de OG.



Los responsables del LIGO anunciaron en 2016 que habían captado las ondas producidas por el choque de dos agujeros negros. El anuncio se hizo en una conferencia de prensa celebrada en Washington. Los resultados científicos fueron aceptados para su publicación en *Physical Review Letters*. "Señoras y señores, hemos detectado las ondas gravitacionales. Lo hemos conseguido", exclamó el director ejecutivo del LIGO, David Reitze. "Hemos tardado meses en ver que realmente eran las OG, pero lo que es verdaderamente emocionante es lo que viene después, abrimos una nueva ventana al Universo";

La primera señal se captó el 14 de septiembre de 2015 en los dos detectores idénticos de este experimento, situados como se dijo a unos 3.000 kilómetros de distancia. La señal venía de una fusión que sucedió hace 1.300 millones de años, fruto del violento abrazo de dos agujeros negros cuya masa era entre 29 y 36 veces mayor a la del Sol. Los dos agujeros "se fundieron en uno liberando una energía equivalente a tres masas solares, que salió despedida en forma de OG en una fracción de segundo".

Este proceso de masa transformándose en energía en fracciones de segundo lo describe la ecuación más famosa de la historia de la ciencia $E=mc^2$. El hallazgo abre un nuevo camino en astronomía. Estas ondas, como se dijo, son comparables al sonido y permiten estudiar objetos que eran totalmente invisibles hasta ahora.

Nuestros oídos empiezan a escuchar "la sinfonía del universo".

Este tipo de señales mostrarán si estos violentísimos sucesos ocurren tal y como predice la teoría de la relatividad de Einstein o si debemos buscar otra nueva para entenderlos.

La detección de OG gana el Nobel de Física 2017.

Los científicos estadounidenses Rainer Weiss, Barry Barish y Kip Thorne han ganado el Premio Nobel de Física 2017 por su trabajo en [LIGO](#). El jurado ha reconocido a los científicos por un "descubrimiento que sacudió al mundo", ha señalado Göran Hansson, el secretario general de la Real Academia de Ciencias Sueca, al anunciar el fallo del jurado.

Los tres físicos, junto al resto de la colaboración internacional del experimento, también recibieron este año el Premio Princesa de Asturias [por su papel en el Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales](#).

El jurado de la academia sueca ha reconocido a Rainer Weiss como uno de los pioneros "en el diseño de los primeros interferómetros láser cuyos haces de luz estaban especialmente concebidos para vibrar al paso de una leve onda gravitacional, un trabajo que inició a finales de los años 60 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts". Unos años después, el físico teórico Kip Thorne comenzó a trabajar en el diseño de dispositivos similares en el Instituto de Tecnología de California. "Ambos proyectos quedaron unidos en el actual LIGO, cuya construcción fue aprobada en 1990". Barry Barish, el tercer premiado, lideró la etapa de edificación y puesta en marcha de los dos



grandes interferómetros del proyecto, que están separados, como se comentó, por más de 3.000 kilómetros para maximizar las probabilidades de captar una señal. También fue quien dio al proyecto su actual proyección internacional. Más de 1.000 científicos de 20 países -incluida España a través del grupo de gravitación y relatividad de la Universidad de las Islas Baleares que lidera Alicia Sintés- han contribuido en esta gran hazaña científica.

El físico de la UAM, Juan García Bellido, ha explicado lo sucedido en los siguientes términos:

1. Dos enormes interferómetros en Washington y Luisiana "detectaron el pasado 14 de septiembre de 2015, por primera vez en la historia, la emisión de ondas gravitacionales generadas en los últimos instantes de la fusión de dos agujeros negros de unas 30 masas solares cada uno, abriendo una nueva era de la astronomía y la cosmología".

2. [El 11 de febrero de 2016 se pudo seguir en directo la rueda de prensa](#) que los fundadores del experimento, "Reiner Weiss, Ronald Drever y Kip Thorne, dieron en Washington, en la sede de la National Science Foundation estadounidense, describiendo la detección de la señal inequívoca, por lo que los investigadores de la colaboración LIGO sabían que estaban ante un hito de la historia de la ciencia".

3. Si el siglo XX fue el siglo de la exploración del universo gracias a las ondas electromagnéticas de todas las frecuencias de radio a los rayos gamma, "este siglo XXI seremos capaces de explorar el universo con una nueva sonda, las ondas gravitacionales. Nos va a permitir explorar la naturaleza de la materia oscura y la energía oscura. En concreto, la emisión de ondas gravitacionales es tan precisa que podemos calibrar las fuentes con nuestros conocimientos de relatividad general y, por tanto, podemos usar estos eventos de fusión de agujeros negros como "sirenas estándar" para determinar con precisión las distancias a las galaxias lejanas, similar a lo que hacemos ahora de forma rutinaria con las supernovas". De esta manera, prosigue García-Bellido, "es posible deducir el contenido de materia y energía que da lugar a la expansión acelerada del universo, y descubrir, por ejemplo, la naturaleza del campo responsable de dicha aceleración.

4. La precisión de las medidas hechas por estos detectores "es tan extraordinaria que podemos usar estas observaciones para testar la teoría de la relatividad general en régimen de campo fuerte y plantearnos la posibilidad de que en un futuro detectemos pequeñas desviaciones respecto a las predicciones de la relatividad general". Si fuera así, se tendría la necesidad de buscar una teoría de la gravedad más allá de la actual, "posiblemente con nuevos efectos de gravedad cuántica".

5. El avance tecnológico que ha sido necesario para llegar a construir el experimento LIGO "será el precursor de desarrollos aún más novedosos, con nuevos materiales y tecnologías, para explorar la detección de ondas gravitacionales a todas las frecuencias posibles, incluso aquellas que podrían darnos información de los primeros instantes del universo y de la naturaleza de la materia oscura".



Acabamos de entrar en una nueva era científica, en opinión de Juan García-Bellido. Que así sea y que la paz la acompañe, que el armamento nuclear sea destruido y que el humanismo bien entendido sea su guía. ¡Ciencia para la emancipación humana, no para su destrucción!

Rebelión ha publicado este artículo con el permiso del autor mediante una [licencia de Creative Commons](#), respetando su libertad para publicarlo en otras fuentes.