

GW150914, LA PRIMERA OBSERVACIÓN DE ONDAS GRAVITACIONALES

ESCRITO POR GEMMA ELIZABETH PÉREZ CUÉLLAR

El Premio Nobel de Física 2017 se entregó a Rainer Weiss, Barry C. Barrish y Kip S. Thorne, por “sus contribuciones decisivas al detector LIGO y la observación de ondas gravitacionales”.

El Premio Nobel de Física 2017 se entregó en dos partes, una mitad para **Rainer Weiss**, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), y la otra mitad a **Barry C. Barrish** y **Kip S. Thorne**, ambos del Instituto Tecnológico de California (CALTECH), por “sus contribuciones decisivas al detector LIGO y la observación de ondas gravitacionales”. Un fenómeno predicho hace más de cien años por la Relatividad General de Einstein, medido de forma directa por primera vez en el Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferómetros Láser (LIGO por sus siglas en inglés) un proyecto científico multidisciplinario e internacional.

GRAVITATIONAL WAVES FROM COLLIDING BLACK HOLES

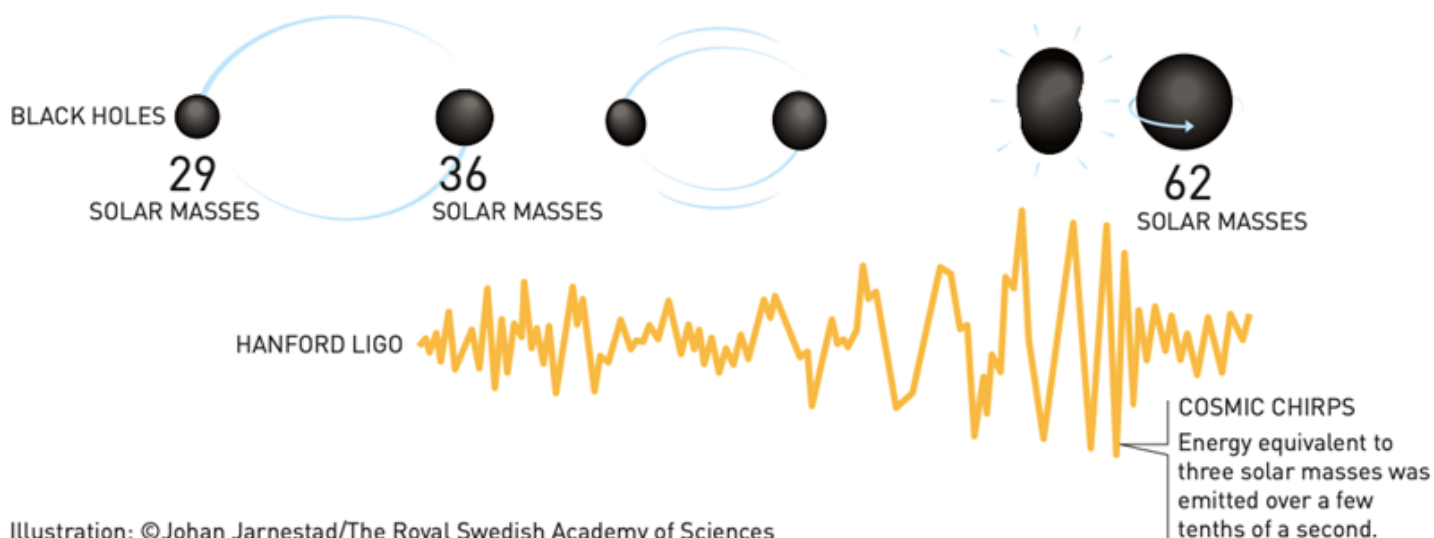


Illustration: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences



¿Cómo es que la teoría de Einstein predice este fenómeno?

La **ecuación de campo de Einstein**, ecuación central de la Relatividad General, relaciona la forma del espaciotiempo, escenario en el que se describen los sucesos en el universo, con el contenido de materia y energía que hay en él. Usualmente las soluciones representan espaciotiempos curvos, escenarios en los que ocurren una serie de fenómenos interesantes. Las propiedades de estas ecuaciones las vuelven difíciles de resolver, por lo que habitualmente se consideran soluciones para sistemas simplificados. Uno de estos sistemas es aquel en el que observamos un escenario vacío y casi igual al espacio plano, es decir, distinto del espacio plano por una pequeña perturbación. Bajo estas consideraciones, la ecuación de Einstein se puede escribir como una **ecuación de onda** para la perturbación. Además, Einstein calculó la energía de dichas ondas y mostró que un tensor de inercia que varía en el tiempo actúa como una fuente de ondas gravitacionales.

Otra forma de verlo es apegarse al principio de conservación de energía, el cual permite la interpretación de un sistema de dos masas que orbitan entre sí como fuente de radiación gravitacional; de este modo pueden estimarse algunos parámetros como la frecuencia de las ondas. Estas son las formas simplificadas de ver la analogía de las ondas gravitacionales con las ondas electromagnéticas, ambas son perturbaciones en el vacío que viajan a la velocidad de la luz en una dirección particular, dada por el frente de onda, y provienen de la aceleración de cargas (carga eléctrica en el caso de la luz y carga masiva en el caso de gravedad).



EL EXPERIMENTO

Prácticamente desde su predicción se han propuesto técnicas de detección de ondas gravitacionales, ya sea de forma directa o indirecta. Particularmente la idea de hacerlo utilizando interferómetros tiene casi cinco décadas. LIGO, como su nombre lo indica, utiliza un interferómetro de ondas. La idea de este tipo de detector es enviar señales de luz en direcciones perpendiculares, hacerlas rebotar en un punto lejano, con un espejo, y compararlas al regresar al punto de partida. El paso de una onda gravitacional por el detector provocaría que el espaciotiempo cambie en cierta dirección, cambiando la frecuencia de las señales enviadas. Este cambio se observaría al comparar las señales a su regreso.

Este proyecto, hoy galardonado, comenzó como una colaboración entre las instituciones MIT y CALTECH a la que eventualmente se unieron más científicos, hasta llegar al proyecto a gran escala que es hoy en día. Para realizar la detección se necesitó una enorme inversión económica y el desarrollo de la tecnología adecuada para cada uno de los componentes del detector, de modo que se lograran observar cambios en las escalas necesarias.



La primera observación exitosa de ondas gravitacionales se dio el 14 de septiembre del 2015, denominada GW150914. Las características de las ondas gravitacionales observadas permitieron identificar la fuente que las produjo, una colisión entre dos agujeros negros ocurrida hace más de mil millones años. Se estimó que los agujeros negros iniciales eran de aproximadamente 36 y 29 masas

solares y el agujero final después del choque correspondería a aproximadamente 62 masas solares; por lo que el resto de la energía, asociada a la masa perdida, fue radiado como ondas gravitacionales. Esa primera señal fue el parteaguas para la observación del universo a través de una nueva ventana que nos permita caracterizarlo y, por supuesto, **generar nuevas preguntas sobre lo que observamos.**