

¿Qué relevancia tiene el descubrimiento de las ondas gravitacionales?

VERENISE SÁNCHEZ

Ciudad de México. (Agencia Informativa Conacyt).- Así como el descubrimiento de las ondas electromagnéticas, anunciado en 1888, revolucionó la ciencia y la tecnología y con ello la forma en la que actualmente vivimos, lo mismo se espera que suceda con el hallazgo de las ondas gravitacionales, anunciado el pasado 11

de febrero en Estados Unidos. Gracias a las ondas electromagnéticas hoy tenemos radio, televisión, comunicación móvil, redes inalámbricas de computadoras, hornos de microondas y rayos X, por mencionar solo algunos. No mismo se espera que ocurra con las ondas gravitacionales, ya que a partir de su descubrimiento serán estudiadas para después poder ser aplicadas en la vida cotidiana de las personas.

Agencia Informativa Conacyt (AIC): ¿Qué es una onda gravitacional?

Eloy Ayón Beato (EAB): Es una distorsión del espacio-tiempo que se propaga a la velocidad de la luz, es el análogo para la interacción gravitatoria de lo que son

la radiación de ondas gravitacionales como una ciencia madura capaz de retroalimentarse del experimento siguiendo el paradigma del método científico, una madurez que han puesto de ejemplo otras áreas como la física de altas energías.

Llegar a este punto tomó varias décadas, el esfuerzo de varias generaciones de físicos, la interacción de expertos de varias áreas y el apoyo convencido a largo plazo de varias agencias que financian la ciencia, siendo la más destacada la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos, que ha mostrado ejemplarmente cómo debe financiarse la ciencia con grandes miras confiando en los científicos y no con objetivos míopes ni de corto plazo.

AIC: ¿Qué nuevos paradigmas abre este hallazgo?

“La confirmación de la existencia de las ondas gravitacionales es un punto de inflexión que define el curso de la historia.”

EAB: Hasta ahora hemos explorado el universo usando exclusivamente radiación electromagnética, principalmente la parte visible de su espectro, o sea la luz, también las ondas de radio y los rayos X, que son diferentes partes del mismo espectro electromagnético.

La radiación electromagnética tiene el inconveniente de que es fácilmente absorbida por la materia, no así la gravitatoria, que puede propagarse casi sin deformación.

Además, muchos fenómenos en el universo no involucran la radiación de ondas electromagnéticas, un ejemplo es la colisión espiral violenta de los dos agujeros negros con 36 y 29 veces la masa del sol, respectivamente, que al unirse en un solo agujero negro emitieron la onda gravitacional con la energía de tres soles que viajó hasta la Tierra un poco más de mil trescientos millones de años y que pudo ser detectada por LIGO en los 0.2 segundos que duró.

Estos datos y muchos más pudieron deducirse de la observación de LIGO y de las predicciones de la relatividad general. Es decir, ahora podemos estudiar y entender mejor procesos como estos que involucran mayoritariamente la interacción gravitatoria y que son abundantes en la historia del universo, en otras palabras, tenemos una nueva herramienta que nos permitirá medir fenómenos que no podemos ver.

AIC: ¿Cómo se comprobó la exis-

tencia de las ondas gravitacionales?

EAB: La existencia de ondas gravitacionales se comprobó gracias a la versión avanzada del Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferometría Láser. Se utilizó un interferómetro de Michelson que consiste en dos brazos ortogonales en los que la luz de un láser se divide para que viaje por cada brazo, se refleje en un espejo en el extremo de cada brazo y ambos rayos regresen al origen donde sus ondas se superpondrán formando un patrón de interferencia en un detector. Si los brazos tienen la misma distancia, cuatro kilómetros en el caso de LIGO, los rayos regresarán al mismo tiempo dado que la velocidad de la luz es constante. La fase de uno de los rayos puede manipularse para que la superposición sea destructiva, o sea que cuando la intensidad de una onda aumente la de la otra disminuya en la misma proporción para que su suma sea idénticamente cero y no se observe ninguna señal en el detector.

La onda gravitacional fue denominada como GW150914, debido a que fue observada el 14 de septiembre de 2015.

El paso de una onda gravitacional que se propaga en la dirección ortogonal a los brazos deformará el espacio-tiempo haciendo un brazo mas pequeño y el otro más grande en la primera parte de su oscilación y en la segunda hará justo lo contrario.

Ello dará lugar a una señal en el detector, este es el principio de LIGO y la forma en que se detectó la onda gravitacional que llegó a la Tierra el pasado 14 de septiembre de 2015 y que debido a ello ha sido bautizada como GW150914.

Al ser tan pequeña la diferencia de longitud entre los brazos del interferómetro causada por la onda gravitacional, es necesario tener bajo control y compensar todas las fuentes de ruido que harían imposible la medición, lo que incluye movimientos sísmicos, térmicos y de muchas otras fuentes.

Para cerciorarse de que la detección realmente corresponde a una onda gravitacional y no a ninguna fuente local de ruido, el experimento tiene dos interferómetros independientes, uno en Louisiana y otro en Washington, ambos en Estados Unidos, y la detección mencionada fue confirmada en ambos detectores.

AIC: ¿Qué otros experimentos se

habían realizado para comprobar la existencia de dichas ondas?

EAB: La búsqueda de ondas gravitacionales tuvo un comienzo controversial a finales de los años 60 cuando Joseph Weber afirmaba que las había detectado usando barras resonantes, una medición que otros científicos no pudieron reproducir y por tanto se consideró como errónea.

Los detectores actuales basados en interferómetros se construyeron por primera vez con LIGO en 1992. Su primera versión estuvo activa hasta el 2010, a partir de ese año ese experimento cerró por cinco años, en los que se implementó su versión avanzada. Otro interferómetro construido con el mismo fin es VIRGO, situado cerca de Pisa en Italia. Comenzó a operar en el año 2000 y dejó de hacerlo en el 2011 para ser sustituido también por una versión avanzada que aumentará su sensibilidad y que estará lista este año.

En Japón, el interferómetro TAMA 300 estuvo operando hasta el año 2004. Finalmente, el otro interferómetro operando es GEO600 en Alemania, pero no se encontraba en modo de observación en el momento en que GW150914 llegó a la Tierra y además este experimento no tiene aún la sensibilidad idónea para detectar un evento como este.

AIC: ¿Qué diferencia tuvo este experimento que le permitió encontrar dichas ondas?

EAB: La versión avanzada de LIGO estuvo lista en el 2015 y comenzó a funcionar el 12 de septiembre. En esta versión se aumentó de tres a cinco veces la sensibilidad y hasta en 10 veces para frecuencias más bajas.

Ello hizo posible detectar GW150914 dos días después de que se emprendiera el experimento. La diferencia de longitud entre los brazos del detector provocada por GW150914 fue de una parte en mil trillones, lo que era imposible de detectar con la versión anterior del experimento ni con ningún otro instrumento precedente.

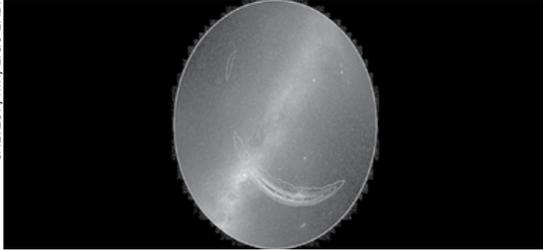
¿Quién es Eloy Ayón Beato?

Es doctor en física por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) y tiene un posdoctorado en física teórica por el Centro de Estudios Científicos de Chile.

En el año 2000 obtuvo el Premio Arturo Rosenbluth, que otorga el Cinvestav, y en 2001 fue distinguido con el Premio Weizmann, que entrega la Academia Mexicana de Ciencias y la Asociación Mexicana de Amigos del Instituto Weizmann de Ciencias. Actualmente es investigador del Cinvestav.

Esta obra cuyo autor es [Agencia Informativa Conacyt](#) está bajo una [licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons](#).

CALTECH/MIT/LIGO LAB



Ubicación aproximada del origen de las ondas gravitacionales detectadas el 14 de septiembre de 2015.

de febrero en Estados Unidos. Gracias a las ondas electromagnéticas hoy tenemos radio, televisión, comunicación móvil, redes inalámbricas de computadoras, hornos de microondas y rayos X, por mencionar solo algunos. No mismo se espera que ocurra con las ondas gravitacionales, ya que a partir de su descubrimiento serán estudiadas para después poder ser aplicadas en la vida cotidiana de las personas.

No obstante, las ondas gravitacionales ya han hecho una gran aportación, ya que para que pudieran ser vistas 100 años después de que fueron propuestas por el científico alemán Albert Einstein, se tuvo que desarrollar tecnología de punta, señaló el físico Eloy Ayón Beato, especialista en gravitación.

En entrevista para la Agencia Informativa Conacyt, el científico del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) expresó que se ha “abierto una nueva ventana sobre cómo realizar esta exploración cuyas aplicaciones no podemos siquiera concebir, así como no pudieron hacerlo tampoco los humanos del siglo XIX cuando descubrieron las ondas electromagnéticas”.

