

**LIGO detecta ondas gravitacionales por tercera vez**

*Los resultados confirman una nueva población de agujeros negros*

El Observatorio de Ondas Gravitacionales mediante Interferometría Láser (LIGO por sus siglas en inglés) ha llevado a cabo la tercera detección de ondas gravitacionales, consolidando la apertura de una nueva ventana astronómica al Universo. Como en los dos casos anteriores, las ondas se generaron a causa de la fusión de dos agujeros negros, que dio como resultado un tercero de mayor tamaño. El agujero negro resultante, localizado aproximadamente a 3 mil millones de años luz, posee una masa de unas 49 veces la masa del Sol. Estas características lo sitúan en un punto intermedio entre las dos detecciones previas, de 62 y 21 masas solares respectivamente.

“Hemos confirmado la existencia de agujeros negros de masa estelar por encima de las 20 masas solares. No sabíamos de la existencia de estos objetos astronómicos hasta que LIGO llevó a cabo la detección”, afirma David Shoemaker (MIT), portavoz electo de la Colaboración Científica LIGO, una organización formada por más de 1000 científicos de diferentes países que se encarga de operar el detector LIGO en colaboración con la Colaboración Científica Virgo, otro detector situado en Europa. “Es un hecho remarcable que el ser humano pueda trabajar en común a fin de esclarecer hechos que sucedieron hace miles de millones de años a miles de millones de años luz de distancia. Ha sido la Colaboración Científica LIGO y Virgo quién ha trabajado para esclarecer este evento significativo”.

Esta detección se produjo durante el actual periodo de observación, el cual comenzó el 30 de noviembre de 2016 y continuará a lo largo de todo el verano. LIGO es una colaboración internacional con miembros en todo el globo. Las observaciones se llevan a cabo mediante dos detectores idénticos situados en Hanford (Washington) y Livingston (Louisiana) que se encuentran operados por Caltech y MIT y financiados por la National Science Foundation (NSF).

La primera detección directa de ondas gravitacionales fue llevada a cabo por LIGO en septiembre de 2015 durante el primer periodo de observación en el seno de un conjunto de mejoras recogidas bajo el nombre “Advanced LIGO”. La segunda detección se llevó a cabo en diciembre de 2015. La tercera detección, identificada como GW170104 y llevada a cabo el 4 de enero de 2017, se encuentra descrita en un artículo aceptado para publicación en la revista *Physical Review Letters*.

En los tres casos los detectores de LIGO detectaron ondas gravitacionales procedentes de fusiones tremendamente energéticas de sistemas binarios de agujeros negros. Estas colisiones son capaces de producir más energía que la radiada por todas las estrellas y galaxias en forma de luz en todo el Universo en un momento dado. La reciente detección resulta ser la más lejana hasta el momento, situando los agujeros negros a una distancia cercana a los 3 miles de millones de años luz. En los casos anteriores, la distancia era del orden de 1.5 miles de millones

de años luz.

Esta nueva observación también aporta información acerca de las direcciones de rotación de ambos agujeros negros. Además de orbitar uno alrededor del otro, los agujeros negros también giran alrededor de un eje propio - como un par de patinadores que se rodean mutuamente a medida que giran sobre sí mismos. En algunos casos esta rotación propia, conocida como *espín*, se produce en el mismo sentido que el movimiento orbital - lo que se conoce en astronomía como *espines alineados* - mientras que en otros casos se produce en sentido contrario al movimiento orbital. De hecho, los *espines* de los agujeros negros pueden estar dirigidos hacia cualquier dirección, sin tener que estar restringidos al plano orbital.

Aunque no es posible determinar a partir de los datos recogidos si los agujeros negros se encontraban inclinados respecto al plano de la órbita, si que es posible deducir que al menos uno de los dos no se encontraba alineado respecto a dicho movimiento. Se necesitan más observaciones para concluir algún hecho acerca de los espines de sistemas binarios de agujeros negros, pero esta primera toma de contacto aporta información significativa acerca de la formación de estos pares.

“Es la primera primera vez que podemos evidenciar que los pares de agujeros negros no tienen porqué estar alineados. Este hecho insinúa sutilmente que los sistemas binarios de agujeros negros podrían formarse en cúmulos estelares densos”, afirma Bangalore Sathyprakash (Cardiff, Penn State), uno de los editores del nuevo artículo, firmado por toda la colaboración LIGO y Virgo.

Principalmente, se proponen dos modelos para explicar la formación de sistemas binarios de agujeros negros. El primer modelo afirma que los dos agujeros negros nacen simultáneamente en el momento en el que un sistema binario de estrellas explota, de manera que los espines de ambos cuerpos conservan su orientación.

En cambio, según el otro modelo, los agujeros negros se unen al final de su vida, después de hundirse en densos cúmulos estelares. Según este planteamiento, ambos pueden rotar en cualquier dirección relativa al movimiento orbital. De acuerdo con los últimos datos, este es el modelo más favorecido de los dos.

De acuerdo con Keita Kawabe (Caltech), editor del artículo, “estamos empezando a obtener estadísticas reales sobre sistemas binarios de agujeros negros. Esto permite favorecer unos modelos de formación sobre otros, de manera que en un futuro podrá delimitarse mejor qué mecanismos conforman la formación de estos sistemas binarios”.

Al igual que en las otras detecciones, estos resultados permiten poner en tela de juicio las teorías de Albert Einstein. Por ejemplo, se llevó a cabo una medida de la *dispersión* de las ondas, un efecto que ocurre cuando las ondas se transmiten en un medio a diferentes velocidades en función de sus frecuencias; este mecanismo explica la formación de arcoíris al pasar la luz a través de un prisma. De acuerdo con la teoría de la relatividad general de Einstein, las ondas gravitacionales no pueden

dispersarse en el viaje entre la fuente y el detector. No se encontraron indicios de dispersión en los datos recogidos.

“Parece que Einstein tenía razón - incluso para este evento, alrededor de dos veces más lejano que nuestra primera detección”, afirma Laura Cadonati (Georgia Tech), viceportavoz de la colaboración científica LIGO. “No se observan desviaciones respecto a las predicciones de la relatividad general, y el hecho de encontrarse a esta gran distancia nos permite afirmar este hecho más rotundamente”.

De acuerdo con Jo van den Brand (Nikhef; VU, Amsterdam), portavoz de la colaboración científica Virgo, “el instrumental de LIGO ha alcanzado sensibilidades increíbles. Esperamos que este verano Virgo, el interferómetro Europeo, expanda la red de detectores, contribuyendo a una mejor localización de las señales”.

Los investigadores de LIGO y Virgo continúan buscando señales de ondas gravitacionales en los últimos datos recogidos por LIGO. Así mismo, también se está trabajando en mejoras técnicas de cara al siguiente periodo de observación, planificado para finales de 2018, durante el cual habrá una mejora significativa de la sensibilidad del detector.

“Tras confirmar la tercera detección de ondas gravitacionales procedentes de una colisión de dos agujeros negros, LIGO se consolida como un potente observatorio del lado oscuro del universo”, afirma David Reitze (Caltech), director ejecutivo del laboratorio LIGO. “A pesar de que LIGO se encuentra actualmente configurado para observar únicamente este tipo de eventos, esperamos poder ver pronto otro tipo de eventos astrofísicos, como la colisión violenta de dos estrellas de neutrones”.

LIGO se encuentra financiado por la National Science Foundation (NSF) y operado por MIT y Caltech, los cuales se encargaron de concebir y construir el proyecto. El proyecto Advanced LIGO fue financiado por la NSF en conjunto con la Max Planck Society (Alemania), el Science and Technology Facilities Council (Reino Unido) y el Australian Research Council (Australia), contribuyendo sustancialmente en el desarrollo del proyecto. Más de 1000 científicos de alrededor de todo el mundo participan conjuntamente a través de la Colaboración Científica LIGO, en la cual se encuentra incluida la Colaboración Científica GEO. LIGO se encuentra en colaboración con la Colaboración Virgo, un consorcio que incluye 280 científicos europeos con el apoyo del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), del Instituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) y Nikhef, así como la institución anfitriona de Virgo, el European Gravitational Observatory. El resto de socios del proyecto se encuentran detallados en la siguiente lista: <http://ligo.org/partners.php>.

## **Media Contacts:**

### **MIT**

Kimberly Allen

Director of Media Relations

Deputy Director, MIT News Office  
617-253-2702 (office)  
[allenkc@mit.edu](mailto:allenkc@mit.edu)

**Caltech**

Whitney Clavin  
Senior Content and Media Strategist  
626-395-8586 (office)  
[wclavin@caltech.edu](mailto:wclavin@caltech.edu)

**NSF**

Ivy Kupec  
Media Officer  
703-292-8796 (Office)  
[ikupec@nsf.gov](mailto:ikupec@nsf.gov)

**EGO—European Gravitational Observatory**

Séverine Perus  
Media Contact  
[severine.perus@ego-gw.it](mailto:severine.perus@ego-gw.it)  
Tel +39 050752325