



LIGO-Virgo-KAGRA detecta la fusión de agujeros negros más masiva hasta la fecha

La Colaboración internacional LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) ha detectado la fusión de los agujeros negros más masivos jamás observados con ondas gravitacionales utilizando los observatorios LIGO, financiados por la Fundación Nacional de Ciencias de EE. UU. (NSF). La potente fusión produjo un agujero negro final con una masa de aproximadamente 225 veces la de nuestro Sol. La señal, denominada GW231123, se detectó durante el cuarto ciclo de observación de la red LVK el 23 de noviembre de 2023. GW231123 se presentará en la 24.ª Conferencia Internacional sobre Relatividad General y Gravitación (GR24) y la 16.ª Conferencia Edoardo Amaldi sobre Ondas Gravitacionales, que se celebrarán conjuntamente en la reunión GR-Amaldi en Glasgow, Escocia, Reino Unido, del 14 al 18 de julio de 2025. Los datos calibrados utilizados para detectar y estudiar GW231123 se pondrán a disposición de otros investigadores para su análisis a través del Centro de Ciencia Abierta de Ondas Gravitacionales (GWOSC). LIGO, el Observatorio de Ondas Gravitacionales por Interferometría Láser de Estados Unidos, hizo historia en 2015 al detectar directamente por primera vez ondas gravitacionales, ondulaciones en el espacio-tiempo. En ese caso, las ondas emanaron de la fusión de un agujero negro que dio lugar a un agujero negro final con una masa 62 veces mayor que la de nuestro Sol. La señal fue detectada

conjuntamente por los detectores gemelos de LIGO, uno ubicado en Livingston, Luisiana, y el otro en Hanford, Washington (Estados Unidos).

Desde entonces, el equipo LIGO se ha unido a socios del detector Virgo en Italia y KAGRA (Detector de Ondas Gravitacionales de Kamioka) en Japón para formar la Colaboración LVK. Estos detectores han observado en conjunto más de 200 fusiones de agujeros negros en su cuarto ciclo de análisis, y alrededor de 300 en total desde el inicio del primer ciclo en 2015. Hasta ahora, la fusión de agujeros negros más masiva (producida por un evento que tuvo lugar en 2021 llamado GW190521) tenía una masa total de 140 veces la del Sol. En el evento más reciente, GW231123, el agujero negro de 225 masas solares se creó por la coalescencia de agujeros negros, cada uno de aproximadamente 100 y 140 veces la masa del Sol.

Además de sus elevadas masas, los agujeros negros también giran rápidamente. "Este es el sistema binario de agujeros negros más masivo que hemos observado mediante ondas gravitacionales y representa un verdadero desafío para nuestra comprensión de la formación de agujeros negros",



apunta Mark Hannam, de la Universidad de Cardiff y miembro de la Colaboración LVK. "Los agujeros negros de esta masa están prohibidos en los modelos estándar de evolución estelar. Una posibilidad es que los dos agujeros negros de este sistema binario se formaran mediante fusiones previas de agujeros negros más pequeños". Dave Reitze, director ejecutivo de LIGO en Caltech, desarrolla: "Esta observación demuestra una vez más cómo las ondas gravitacionales revelan de manera única la naturaleza fundamental y exótica de los agujeros negros en todo el universo".

La elevada masa y la rotación extremadamente rápida de los agujeros negros en GW231123 ponen a prueba los límites tanto de la tecnología de detección de ondas gravitacionales como de los modelos teóricos actuales. Extraer información precisa de la señal requirió el uso de modelos que consideraran la compleja dinámica de los agujeros negros de alta rotación.

"Los agujeros negros parecen girar muy rápido, cerca del límite permitido por la teoría de la relatividad general de Einstein", explica Charlie Hoy, de la Universidad de Portsmouth (Reino Unido) y miem-

bro del LVK. "Eso dificulta el modelado e interpretación de la señal. Es un excelente caso de estudio para impulsar el desarrollo de nuestras herramientas teóricas".

Los investigadores continúan perfeccionando sus análisis y mejorando los modelos utilizados para interpretar estos eventos extremos. "La comunidad tardará años en desentrañar por completo este intrincado patrón de señales y todas sus implicaciones", confirma Gregorio Carullo, de la Universidad de Birmingham (Reino Unido) y miembro del LVK. "Aunque la explicación más probable sigue siendo la fusión de agujeros negros, escenarios más complejos podrían ser la clave para descifrar sus características inesperadas".

Los detectores de ondas gravitacionales como LIGO, Virgo y KAGRA están diseñados para medir pequeñas distorsiones en el espacio-tiempo causadas por eventos cósmicos violentos. El cuarto ciclo de observación comenzó en mayo de 2023, y las observaciones adicionales de la primera mitad del ciclo (hasta enero de 2024) se publicarán más adelante en el verano.

"Este evento lleva nuestra instrumentación y capacidad de análisis de datos al límite de lo que es posible actualmente", augura Sophie Bini, investigadora postdoctoral en Caltech y miembro del LVK. "Es un ejemplo contundente de cuánto podemos aprender de la astronomía de ondas gravitacionales y de cuánto aún queda por descubrir".