

Virgo y LIGO revelan nuevas e inesperadas poblaciones de agujeros negros

Virgo y LIGO han anunciado la detección de un sistema binario extraordinariamente masivo fusionándose: dos agujeros negros de 66 y 85 masas solares, que generaron un agujero negro final de alrededor de 142 masas solares. El agujero negro remanente es el más masivo jamás detectado con ondas gravitacionales. Se sitúa en un rango de masas en el que un agujero negro no ha sido observado nunca antes, ni a través de ondas gravitacionales ni con observaciones electromagnéticas, y podría ayudar a explicar la formación de agujeros negros supermasivos. Además, la componente más masiva del sistema binario se sitúa en un rango de masas prohibido por las teorías de evolución estelar y desafía nuestra comprensión sobre las etapas finales de la vida de las estrellas masivas.

Los científicos de las colaboraciones internacionales tras el detector Advanced Virgo en el Observatorio Gravitacional Europeo (EGO, de sus siglas en inglés) en Italia y los dos detectores Advanced LIGO, en EEUU, han anunciado la detección de un agujero negro de alrededor 142 masas solares, resultado final de la fusión de dos agujeros negros de 66 y 85 masas solares. Tanto la componente primaria como el remanente se sitúan en un rango de masas que no ha sido observado nunca antes, ni a través de ondas gravitacionales ni con observaciones electromagnéticas. El agujero negro final es el más masivo jamás detectado con ondas gravitacionales. El evento de ondas gravitacionales fue detectado por los tres interferómetros de la red global el 21 de mayo de 2019. La señal (catalogada como GW190521) ha sido analizada por los científicos, quienes han estimado en unos 17 mil millones de años luz la distancia de luminosidad de la fuente a la Tierra (teniendo en cuenta la expansión del universo y el corrimiento al rojo estimado de la fuente de 0,82). Dos artículos científicos informando sobre el descubrimiento y sus implicaciones astrofísicas han sido publicados hoy en *Physical Review Letters* y *Astrophysical Journal Letters* respectivamente.

“La señal observada el 21 de mayo de este pasado año es una señal muy compleja y, al ser el sistema detectado tan masivo, sólo la observamos durante un breve período: alrededor de 0.1s”, comenta Nelson Christensen, Director de investigación del CNRS en ARTEMIS en Niza (Francia), y miembro de la Colaboración Virgo. “No se parece mucho a un gorjeo, que es la señal que típicamente detectamos: es algo más parecido a un “estallido”, y es la señal procedente del sistema más masivo que LIGO y Virgo han visto. Ciertamente, el análisis de la señal, basado en un potente conjunto de herramientas computacionales y de modelaje de última tecnología, revelaron una gran cantidad de información sobre las diferentes fases de esta fusión única”.

Batir el récord de masa de las detecciones en los períodos de observación de Virgo y LIGO es sólo una de las varias características especiales que hacen de esta detección una fusión excepcional y un descubrimiento sin precedentes. Un aspecto crucial, que particularmente llamó la atención de la comunidad astrofísica, es que el remanente pertenece a la clase de los llamados “agujeros negros de masa intermedia” (desde unas cien hasta unas cien mil masas solares). El interés en esta población de agujeros negros está relacionado con uno de los rompecabezas más fascinantes y complejos para los astrofísicos y cosmólogos: el origen de los agujeros negros supermasivos. Estos monstruos gigantes, de millones a miles de millones de veces más masivos que el Sol y a menudo en el centro de las galaxias, podrían surgir de la fusión de agujeros negros de masa intermedia “más pequeños”.

Hasta hoy, muy pocos candidatos a agujeros negros de masa intermedia han sido identificados únicamente a través de observaciones electromagnéticas y el remanente de GW190521 es la primera observación de un agujero negro de masa intermedia vía ondas gravitacionales. Es de un interés aún mayor el hecho de que esta detección se encuentre en el rango desde 100 a 1.000 masas solares, que ha representado durante muchos años una especie de “desierto de agujeros negros”, debido a la escasez de eventos candidatos en este rango.

Las componentes y la dinámica del sistema binario coalescente GW190521 ofrece extraordinarias perspectivas astrofísicas. En particular, la componente más masiva de los dos agujeros negros fusionados desafía los modelos astrofísicos que describen el colapso de las estrellas más masivas, al final de sus vidas, a agujeros negros. Según estos modelos, las estrellas muy masivas se desestabilizan completamente en las explosiones de supernova, debido a un proceso llamado “inestabilidad de pares”, dejando a su paso únicamente gas y polvo cósmico. Por tanto, la comunidad astrofísica no esperaría observar ningún agujero negro en este rango de masas entre unas 60 y 120 masas solares: exactamente el rango de masas en el que se encuentra la componente más masiva de GW190521. Por esto, esta detección abre nuevas perspectivas en el estudio de las estrellas masivas y los mecanismos de las supernovas.

“Varios escenarios predicen la formación de agujeros negros en el hueco en la distribución de masas debido a la inestabilidad de pares: podrían ser el resultado de la fusión de agujeros negros más pequeños o de la colisión de (múltiples) estrellas masivas, o incluso de procesos más exóticos”, añade Michela Mapelli, profesora en la Universidad de Padova, miembro del INFN Padova y de la Colaboración Virgo. “Sin embargo, es también posible que tengamos que revisar nuestra comprensión actual de las etapas finales de la vida de una estrella y las restricciones sobre la masa final en los procesos de formación de agujeros negros. En cualquier caso, GW190521 es una contribución relevante en el estudio de la formación de agujeros negros.”

De hecho, la detección de GW190521 por parte de Virgo y LIGO subraya la existencia de poblaciones de agujeros negros que no han sido observadas nunca antes o que son inesperadas y, en ello, plantea nuevas e intrigantes preguntas sobre los mecanismos de formación. A pesar de la duración inusualmente corta de la señal, que limita nuestra capacidad para inferir las propiedades astrofísicas de la fuente, los análisis más avanzados y los modelos disponibles actualmente sugieren que los agujeros negros iniciales tenían rotaciones significativas, es decir, rotaban rápidamente.

“La señal muestra indicios de precesión, una rotación del plano orbital producido por rotaciones de gran magnitud y orientación particular”, señala Tito Dal Canton, investigador del CNRS en el IJCLab en Orsay (Francia) y miembro de la Colaboración Virgo. “El efecto es débil y no podemos afirmar que esté presente de manera categórica, pero, si fuera cierto, apoyaría la hipótesis de que los agujeros negros progenitores surgen y viven en entornos cósmicos muy inestables y concurridos, como un cúmulo estelar denso o el disco de acreción de un núcleo galáctico activo.”

Varios escenarios diferentes son todavía compatibles con los resultados mostrados e incluso la hipótesis de que los progenitores de la fusión puedan ser agujeros negros primordiales no ha sido descartada por los científicos. Estimamos realmente que esta fusión se produjo hace alrededor 7 mil millones de años luz, un momento cercano a tiempos remotos del Universo.

Con respecto a las detecciones anteriores de ondas gravitacionales, la señal GW190521 observada tiene una duración temporal muy corta y es mucho más difícil de analizar. A causa de la naturaleza más compleja de la señal, otras fuentes más exóticas han sido también consideradas, y estas posibilidades están descritas en una publicación complementaria. Sin embargo, estas posibilidades son menos probables frente a la posibilidad de que la fuente sea una fusión de un sistema binario de agujeros negros.



“Las observaciones realizadas por Virgo y LIGO están arrojando luz sobre el universo oscuro y definiendo un nuevo paisaje cósmico”, declara Giovanni Losurdo, portavoz de Virgo y jefe de investigación en el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare en Italia. “Y hoy, una vez más, anunciamos un descubrimiento sin precedentes. Continuamos mejorando nuestros detectores para mejorar su rendimiento y mirar más y más lejos en el Universo.”

Información adicional sobre los observatorios de ondas gravitacionales:

La Colaboración Virgo está compuesta actualmente por unos 580 miembros procedentes de 109 instituciones en 13 países diferentes, incluyendo Bélgica, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, los Países Bajos, Polonia, Portugal y España. El Observatorio Europeo Gravitacional (EGO, por sus siglas en inglés) alberga el detector Virgo cerca de Pisa en Italia, y ha sido financiado por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) en Francia, el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italia, y el instituto Nikhef en los Países Bajos. Una lista de los grupos de la Colaboración Virgo puede encontrarse en <http://public.virgo-gw.eu/the-virgo-collaboration/>. Más información está disponible en la página web de Virgo: <http://www.virgo-gw.eu>.

LIGO ha sido financiado por la National Science Foundation (NSF) y operado por Caltech y MIT, que concibieron LIGO y lideraron el proyecto. El NSF, junto con Alemania (Sociedad Max-Planck), el Reino Unido (Science and Technology Facilities Council) y Australia (Australian Research Council-OzGrav), lideraron el apoyo económico para el proyecto Advanced LIGO, aportando compromisos y contribuciones significativas al proyecto. Aproximadamente 1.300 científicos de todo el mundo participan en las tareas de la Colaboración Científica LIGO, que incluye a la Colaboración GEO. Una lista de los colaboradores adicionales está disponible en <https://my.ligo.org/census.php>.

Contactos para los medios de comunicación en Europa

EGO

Vincenzo Napolano
napolano@ego-gw.it
+393472994985

Virgo

Livia Conti
livia.conti@pd.infn.it

CNRS, Francia

Véronique Etienne
veronique.etienne@cnrs.fr
+33 1 44 96 51 37

INFN, Italia

Antonella Varaschin
antonella.varaschin@presid.infn.it

Nikhef, Países Bajos

Martijn van Calmthout
martijn.van.calmthout@nikhef.nl
+31 6 46637876

Contactos para los medios de comunicación en EEUU



Caltech

Whitney Clavin
wclavin@caltech.edu
626-390-9601

MIT

Abigail Abazorius
abbya@mit.edu
617-253-2709

NSF

Josh Chamot
jchamot@nsf.gov
703-292-4489

