



GW190425: la fusión de un sistema binario de objetos compactos con una masa total de alrededor 3,4 masas solares

Hoy 6 de enero de 2020, la Colaboración Científica LIGO y la Colaboración Virgo anuncian el evento GW190425, la primera detección de ondas gravitacionales del tercer período de observación, O3, anunciada.

El 25 de abril de 2019 la red de detectores de ondas gravitacionales (GW, por sus siglas en inglés) formada por el detector europeo Advanced Virgo, en Italia, y los dos detectores Advanced LIGO, en EEUU, detectaron una señal, etiquetada como GW190425. Esta es la segunda observación de una onda gravitacional consistente con la fusión de un sistema binario de estrellas de neutrones (BNS, por sus siglas en inglés) tras la señal [GW170817](#). GW190425 fue detectada a las 08:18:05 UTC (tiempo coordinado universal); aproximadamente 40 minutos después, la Colaboración Científica LIGO y la Colaboración Virgo enviaron una alerta para poner en marcha las observaciones de seguimiento por parte de otros telescopios.

“Hemos detectado un segundo evento consistente con un BNS y esto es una confirmación importante para GW170817, el evento que dio inicio a la astronomía de multi-mensajeros hace dos años. La masa total es mayor que la de cualquier BNS conocido, y esto tiene implicaciones astrofísicas interesantes sobre la formación de este sistema”, comenta Jo van den Brand, portavoz de la Colaboración Virgo y profesor en la Universidad de Maastricht, Nikhef y la VU University Amsterdam en los Países Bajos. “Lo que es sorprendente es que la masa combinada de este sistema binario es mucho mayor que la esperada”, añade Ben Farr, un miembro del equipo de LIGO de la Universidad de Oregon, en EEUU.

Se estima que la fuente de GW190425 está a una distancia de 500 millones de años-luz de la Tierra. Está localizada en el cielo en un área unas 300 veces mayor que la proporcionada para el BNS observado por LIGO y Virgo en 2017, la famosa GW170817. Esto se debe a que la señal GW190425 fue detectada únicamente con una relación señal-ruido elevada por LIGO-Livingston. En ese instante, el detector LIGO-Hanford estaba temporalmente no operativo, mientras que la señal reconstruida en Virgo era débil, debido a la diferencia en sensibilidad con respecto a LIGO-Livingston, y también por la probable dirección de origen de la señal, una región del cielo en la que Virgo tiene menos sensibilidad en el momento de recepción de la señal. Esta menor precisión en la localización en el cielo hace muy complicado buscar contrapartidas (señales

electromagnéticas, neutrinos o partículas cargadas). De hecho, a diferencia de GW170817, no se ha encontrado ninguna contrapartida hasta la fecha. Sin embargo, los datos de Virgo han sido usados posteriormente para mejorar la caracterización del sistema astrofísico.

“A pesar de las diferencias en la relación señal-ruido de los diferentes interferómetros, causadas por las diferencias conocidas de sensibilidad en distancia y en las distintas direcciones, la detección conjunta pone de manifiesto una vez más la importancia de la red internacional”, comenta Stavros Katsanevas, Director del Observatorio Europeo Gravitatorio (EGO, de sus siglas en inglés) que alberga el detector Advanced Virgo en Italia, cerca de Pisa.

Hay varias posibles explicaciones sobre el origen de GW190425. La más probable es la fusión de un sistema BNS. De forma alternativa, también podría haberse producido por la fusión de un sistema binario en el que una o ambas componentes fuese un agujero negro (BH, por sus siglas en inglés), incluso aunque no se hayan observado aún agujeros negros ligeros en el rango de masas consistente con GW190425. Hasta el momento, únicamente basándose en los datos de ondas gravitacionales, estos escenarios no pueden descartarse. La masa total estimada del sistema binario es 3,4 veces la masa del Sol. Bajo la hipótesis de que GW190425 se haya originado de la fusión de un sistema BNS, este habría sido considerablemente diferente a todos los sistemas BNS conocidos en nuestra galaxia, cuyo rango de masa total está entre 2,5 y 2,9 veces la masa del Sol. Esto indica que el sistema de estrellas de neutrones que originó GW190425 ha podido formarse de manera distinta a los sistemas BNS galácticos conocidos.

“Tras la sorpresa de los resultados iniciales”, señala Alessandro Nagar del Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) de Turín, Italia, “analizamos cuidadosamente los datos con modelos analíticos robustos de ondas gravitacionales emitidas por dos estrellas de neutrones basados en la teoría de la Relatividad General de Einstein. Tras meses de trabajo, hemos finalmente alcanzado una comprensión fiable de este evento. Aunque predichos teóricamente, los sistemas binarios masivos como aquellos que podrían haber originado GW190425 podrían ser invisibles a observaciones electromagnéticas”.

“Aunque no hemos observado el objeto formado por la coalescencia, nuestras simulaciones numéricas realizadas en ordenadores y basadas en la Relatividad General predicen que la probabilidad de que se forme un BH inmediatamente después de la fusión es alta, alrededor del 96%”, añade Sebastiano Bernuzzi de la Universidad de Jena, Alemania.



GW190425 fue reconocido como un evento candidato interesante [poco después de su detección](#). Fue publicado como una alerta pública por LIGO-Virgo, de la misma forma que se hace con todos los eventos candidatos de ondas gravitacionales durante [el tercer período de observación, O3](#), actualmente en marcha. Las alertas públicas son de acceso libre en la [Base de Datos de Eventos Candidatos de Ondas Gravitacionales](#).

“Los detectores LIGO y Virgo están inmersos en su tercer período de observación desde abril de 2019 y continuarán hasta abril de 2020. Hasta el momento, el número de fuentes candidatas de ondas gravitacionales procedentes de sistemas binarios de objetos compactos concuerda con las predicciones”, dice Marie-Anne Bizouard del Laboratorio ARTEMIS del Observatorio de la Côte d’Azur, en Francia.

La Colaboración Virgo está formada actualmente por unos 520 científicos, ingenieros, y técnicos procedentes de 100 instituciones y 11 países diferentes, incluyendo: Bélgica, Francia, Alemania, Hungría, Italia, los Países Bajos, Polonia, y España. El Observatorio Europeo Gravitacional (EGO) alberga el detector Virgo cerca de Pisa, en Italia, y ha sido financiado por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia, el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) de Italia, y 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 alrededor del 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>.