

Virgo y LIGO detectan un objeto misterioso fusionándose con un agujero negro

23 de junio de 2020, <http://www.virgo-gw.eu/gw190814>

Virgo y LIGO han anunciado el descubrimiento de un objeto compacto de aproximadamente 2,6 masas solares, situándolo en un intervalo entre la estrella de neutrones más masiva y el agujero negro más ligero jamás visto. Hace unos 800 millones de años, este objeto se fusionó con un agujero negro de 23 masas solares y, al hacerlo, emitió una intensa onda gravitacional. Dado que la observación aislada de esta onda, que se detectó en la Tierra en agosto de 2019, no nos permite distinguir si el objeto compacto es un agujero negro o una estrella de neutrones, su naturaleza exacta sigue siendo un misterio.

Durante mucho tiempo, los astrónomos han estado desconcertados por la falta de observaciones de objetos compactos con masas en el intervalo desde 2,5 hasta 5 masas solares. Esta misteriosa zona gris se conoce como el "hueco en la distribución de masas": un intervalo de masas aparentemente demasiado pequeñas para un agujero negro y demasiado grandes para una estrella de neutrones. Tanto las estrellas de neutrones como los agujeros negros se forman cuando estrellas muy masivas agotan su combustible nuclear y explotan como supernovas. Lo que queda depende de la cantidad que permanece del núcleo de la estrella. Los núcleos menos masivos tienden a formar estrellas de neutrones, mientras que los más masivos colapsan en agujeros negros. Entender si existe un hueco en la distribución de masas en el intervalo mencionado, y por qué, ha sido un enigma durante mucho tiempo para los científicos.

Ahora, las colaboraciones científicas que operan el detector Advanced Virgo en el Observatorio Gravitacional Europeo (EGO, por sus siglas en inglés), cerca de Pisa en Italia, y los dos Advanced LIGO, en los Estados Unidos, han anunciado el descubrimiento de un objeto de alrededor de 2,6 masas solares, es decir, dentro del llamado "hueco en la distribución de masas", cuestionando así su propia existencia. La naturaleza del objeto en sí mismo sigue siendo un misterio, ya que esta observación de ondas gravitacionales por sí sola no nos permite distinguir si se trata de un agujero negro o una estrella de neutrones. Hace unos 800 millones de años, el objeto se fusionó con un agujero negro de 23 masas solares y, al hacerlo, generó un agujero negro final de unas 25 veces la masa del Sol. La fusión emitió una intensa onda gravitacional, que los tres instrumentos de la red detectaron el 14 de agosto de 2019, y por tanto se ha etiquetado como GW190814. El descubrimiento acaba de publicarse en *The Astrophysical Journal Letters*.

"Una vez más, observaciones de ondas gravitacionales arrojan luz sobre lo desconocido. El objeto menos masivo de este sistema tiene una masa que nunca antes se había observado", comenta Giovanni Losurdo, del Instituto Nazionale di Fisica Nucleare (Italia) y portavoz de la Colaboración Virgo. "Un nuevo descubrimiento, que plantea nuevas preguntas. ¿Cuál es su naturaleza? ¿Cómo se formó tal sistema binario? Virgo, LIGO y, pronto, KAGRA en Japón, continuarán buscando respuestas y superar la frontera de lo que sabemos del cosmos en el que vivimos".

Otra peculiaridad de este evento es que la fusión muestra la razón más inusual entre masas de un sistema binario registrado hasta la fecha. La masa mayor es de alrededor 9 veces más masiva que la masa menor.

"La detección de estas nuevas clases de eventos también lleva nuestros modelos y herramientas de análisis hasta el límite", afirma Ed Porter, investigador de la Colaboración Virgo en el CNRS y corresponsable del grupo de análisis de Coalescencia de Binarias Compactas para las colaboraciones LIGO y Virgo. "Aunque todavía hay mucho que no sabemos sobre este sistema, el hecho de que estemos observando sistemas poco característicos como GW190814 por primera vez en la historia de la ciencia es lo que hace que la astronomía de ondas gravitacionales sea tan emocionante".

La señal asociada a una fusión tan inusual fue claramente detectada por los tres instrumentos de la red LIGO-Virgo, con una relación global señal-ruido de 25. Gracias principalmente al retraso entre los tiempos de llegada de la señal en los detectores, es decir, los dos Advanced LIGO en los EE.UU. y Advanced Virgo en Italia, la red de 3 detectores fue capaz de localizar el origen de la fuente que generó la onda en unos 19 grados cuadrados.

Cuando los científicos de LIGO y Virgo detectaron esta fusión, inmediatamente enviaron una alerta a la comunidad astronómica. Muchos telescopios terrestres y espaciales hicieron un seguimiento en busca de luz y otras ondas electromagnéticas, pero, a diferencia de la famosa fusión de dos estrellas de neutrones, detectada en agosto de 2017 y que dieron lugar a la llamada astronomía multi-mensajero, ninguno recogió ninguna señal.

Según los científicos de Virgo y LIGO, el evento de agosto de 2019 no fue visto en el espectro electromagnético por varias razones probables. En primer lugar, este evento estaba seis veces más lejos que GW170817, lo que dificulta la detección de cualquier señal electromagnética. En segundo lugar, si la colisión implicó dos agujeros negros, probablemente no hubo ninguna emisión en el espectro electromagnético. En tercer lugar, si el objeto más pequeño del sistema fue de hecho una estrella de neutrones, su compañero agujero negro 9 veces más masivo podría habérsela tragado entera; una estrella de neutrones engullida completamente por un agujero negro no produciría ninguna emisión electromagnética.

"Pienso en Pac-Man comiéndose un pequeño triángulo", añade Vicky Kalogera, investigadora de la colaboración LIGO y profesora de la Universidad Northwestern. "Cuando las masas son altamente asimétricas, la estrella de neutrones más pequeña puede ser comida de un solo bocado".

La identidad del objeto detectado el 14 de agosto de 2019 sigue siendo un misterio.

"Explicar la formación del sistema binario detectado es difícil. Su combinación única de razón de masas y valores de las masas desafía todos los modelos astrofísicos actuales", explica Mario Spera, investigador de la Colaboración Virgo en la Universidad de Padua y actualmente en la Universidad Northwestern. "Además, sospechamos que algunos entornos, tales como los jóvenes cúmulos densos y los núcleos galácticos activos, pueden aumentar el número de fusiones con una razón de masas tan extrema. Sin embargo, lo que sabemos con certeza y hasta ahora, es que el universo nos está diciendo firmemente que todavía nos falta la mayor parte de la historia sobre la formación y evolución de objetos compactos y que es probable que necesitemos revisar algunas de nuestras ideas actuales sobre la formación de objetos compactos".

Observaciones futuras con Virgo, LIGO y posiblemente otros telescopios podrán detectar eventos similares y ayudarnos a responder a las numerosas preguntas que ha planteado la detección de GW190814.

Información adicional sobre los observatorios de ondas gravitacionales:

La Colaboración Virgo está compuesta actualmente por aproximadamente 550 miembros de 106 instituciones en 12 países diferentes, incluyendo Bélgica, Francia, Alemania, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Polonia, Portugal y España. El Observatorio Gravitacional Europeo (EGO) alberga el detector Virgo cerca de Pisa, Italia, y está financiado por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) en Francia, el Instituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italia, y Nikhef en los Países Bajos. Una lista de los grupos de la Colaboración Virgo se encuentra en <http://public.virgo-gw.eu/the-virgo-collaboration/>. Más información disponible en el sitio web de Virgo en <http://www.virgo-gw.eu>.

LIGO está financiado por la NSF y operado por Caltech y MIT, que concibió LIGO y lideró el proyecto. El apoyo financiero para el proyecto Advanced LIGO fue liderado por la NSF, con Alemania (Max Planck Society), el Reino Unido (Consejo de Instalaciones Científicas y Tecnológicas) y Australia (Consejo Australiano de Investigación-OzGrav) haciendo compromisos y



contribuciones significativas al proyecto. Aproximadamente 1.300 científicos de todo el mundo participan en el esfuerzo a través de la Colaboración Científica LIGO, que incluye la Colaboración GEO. Una lista de socios adicionales está disponible en <https://my.ligo.org/census.php>.

Contenido multimedia

Un vídeo del artista francés Alex Andrix, que creó un trabajo visual evocador, inspirado en la detección GW190814 de Virgo y LIGO, puede encontrarse aquí:

<http://www.virgo-gw.eu/gw190814/animation>

Contactos con los medios en Europa

EGO

Vincenzo Napolano
napolano@ego-gw.it
+393472994985

Virgo

Livia Conti
livia.conti@pd.infn.it

CNRS, France

communication@in2p3.fr

INFN, Italy

Antonella Varaschin
Antonella.varaschin@presid.infn.it

Nikhef, Netherlands

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

Contactos con los medios 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