

Anuncio embargado hasta el miércoles 2 de septiembre a las 14:00 hora peninsular española, tras la publicación de los artículos en *Physical Review Letters* y *Astrophysical Journal Letters*

LIGO y Virgo revelan nuevas e inesperadas poblaciones de agujeros negros

LIGO y Virgo 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, los dos agujeros negros iniciales, si surgieron del colapso de estrellas, se sitúan en un rango de masas en el cual su presencia se considera, en teoría, imposible, y podría por tanto ayudar a mejorar nuestra comprensión sobre las etapas finales de la vida de las estrellas masivas.

La comunidad científica 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. Se estima que la fuente de la señal, catalogada como GW190521, se encuentra a unos 17 mil millones de años luz de la Tierra. Dos artículos científicos informando sobre el descubrimiento y sus implicaciones astrofísicas han sido publicados hoy en *Physical Review Letters* y *Astrophysical Journal Letters* respectivamente.

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 de la astrofísica y la cosmología: 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.

“Esta detección abre la puerta a descubrir muchos más posibles efectos astrofísicos nuevos”, comenta Thomas Dent, coordinador del programa de ondas gravitacionales en el Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE) y miembro de la Colaboración Científica LIGO. “Ha sido muy complejo interpretar la señal al estar en el límite de nuestra capacidad técnica. Sólo tendremos una idea clara de cómo se formó el sistema que la generó tras investigaciones adicionales y con detecciones futuras con las que comparar.”

“Estoy muy orgullosa de la gran implicación de los grupos LIGO-Virgo españoles con este nuevo evento, con toda la actividad desarrollada a lo largo de muchos meses, incluyendo tareas de gran responsabilidad, y las expectativas que este nuevo descubrimiento está generando entre los científicos de campos afines”, señala Alicia Sintés, de la Universitat de les Illes Balears (UIB) y miembro de la Colaboración Científica LIGO. “En particular, Thomas Dent (IGFAE) y Juan Calderón Bustillo (Universidad China de Hong Kong y anteriormente miembro de la UIB), han sido miembros del equipo editorial de estos artículos; Sascha Husa y David Keitel, ambos del IAC3-UIB han sido revisores internos de los resultados obtenidos.”

Las componentes y la dinámica del sistema binario coalescente GW190521 ofrece extraordinarias perspectivas astrofísicas. El más masivo de los dos agujeros negros fusionados es mayor que cualquier agujero negro observado hasta ahora por LIGO y Virgo e incluso el más ligero de los agujeros negros figura entre los más masivos observados. En particular, las masas de los agujeros negros progenitores desafían 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 más 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 esperaba 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 de la Universidad de Padova y el INFN, y miembro 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.”

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.”

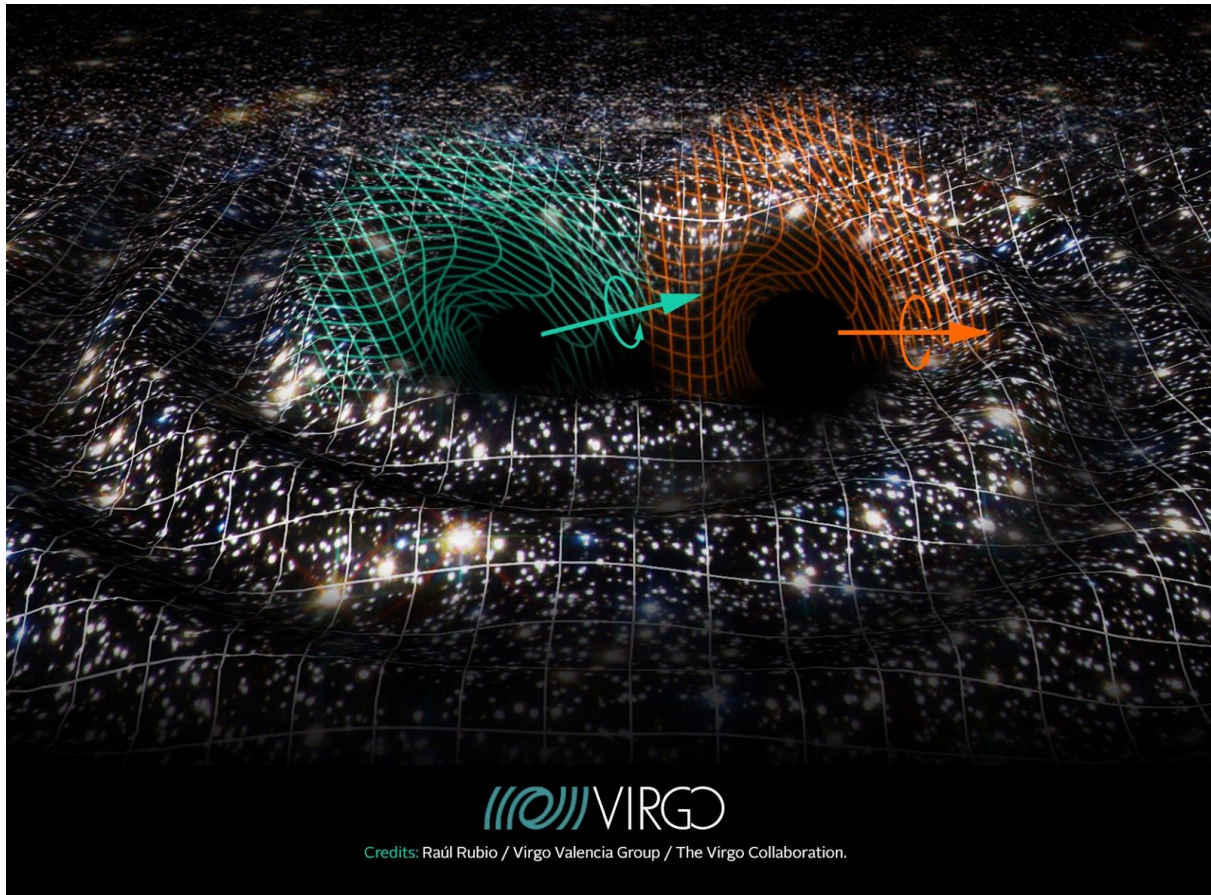
Ha sido necesario combinar todas las diferentes capacidades de los miembros de nuestras colaboraciones: las mejoras instrumentales, el desarrollo de modelos numéricos, el análisis de datos y la interpretación astrofísica. “Este evento realmente nos ha llevado hasta nuestros límites: el análisis completo de este evento y su exhaustiva revisión por las colaboraciones ha necesitado de un gran número de investigadores ¡durante más de 15 meses! Cabe también recordar que aún no tenemos modelos completos de este tipo de señales: mientras podemos describir efectos de precesión razonablemente bien, los agujeros negros en general pueden presentar también órbitas notablemente excéntricas, orbitando en forma de elipses en lugar de círculos cuando están alejados entre sí. Estamos trabajando para incluir este efecto antes de que LIGO y Virgo observen más señales, con la ayuda del supercomputador Mare Nostrum, uno de los más rápidos ordenadores en Europa”, señala Sascha Husa (UIB).

Varios escenarios diferentes son todavía compatibles con los resultados mostrados e incluso no ha sido descartada la hipótesis de que los progenitores de la fusión puedan ser agujeros negros primordiales. Estimamos realmente que esta fusión se produjo a una distancia de alrededor 17 mil millones de años luz.

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, son menos probables frente a la posibilidad de que la fuente sea una fusión de un sistema binario de agujeros negros.

“Debido a la baja frecuencia de la señal GW190521, el “gorjeo” previo a la colisión, característico de las detecciones anteriores, no es tan visible en los detectores”, añade José Antonio Font, de la Universitat de València (UV) y miembro de la Colaboración Virgo. “El gorjeo se puede reducir de manera eficiente debido a la precesión del plano orbital, pero también hay otras situaciones, quizá menos probables, donde se observa el mismo efecto, como en colisiones con excentricidad significativa. El trabajo conjunto realizado por Nicolás Sanchis Gual y Alejandro Torres Forné, del grupo Virgo en Valencia, y Juan Calderón Bustillo, apoyado en simulaciones numéricas e inferencia estadística, revela que podría haber cierta confusión en cuanto al tipo de sistema que ha producido dicha señal.”

“La colaboración entre el diseñador gráfico valenciano Raúl Rubio y el grupo Virgo en Valencia ha hecho posible la producción de material de difusión que ilustra este descubrimiento”, apunta Isabel Cordero Carrión, de la UV y miembro de la Colaboración Virgo.



Cinco grupos en España están contribuyendo a la astronomía de ondas gravitacionales de LIGO-Virgo, en áreas que van desde el modelado teórico de las fuentes astrofísicas y el análisis de los datos hasta la mejora de la sensibilidad del detector para los períodos de observación actuales y futuros. Dos grupos, en la Universitat de les Illes Balears (UIB) y el Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), forman parte de la Colaboración Científica LIGO; mientras que la Universitat de València (UV), el Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona (ICCUB) y el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) de Barcelona son miembros de Virgo.

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 Gravitacional Europeo (EGO, por sus siglas en inglés) alberga el detector Virgo cerca de Pisa, en 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 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 la Colaboración GEO. Una lista de los colaboradores adicionales está disponible en <https://my.ligo.org/census.php>.





Institut de Ciències del Cosmos
UNIVERSITAT DE BARCELONA

La contribución española está financiada por la Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, a través de los programas AYA y FPN, programas de Excelencia Severo Ochoa y María de Maeztu, programas de financiación de la Unión Europea, Fondos FEDER, fondo social Europeo, Vicepresidència i Conselleria d'Innovació, Recerca i Turisme, Conselleria d'Educació, i Universitats del Govern de les Illes Balears, Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital de la Generalitat Valenciana a través de los proyectos PROMETEO, programa CERCA de la Generalitat de Catalunya, y tienen el apoyo de la Red Española de Supercomputación (RES).

Contenido multimedia

Más material puede encontrarse en las siguientes páginas:

Colaboración Virgo: <http://www.virgo-gw.eu/gw190521/>

Colaboración Científica LIGO: <https://www.ligo.org/detections/GW190521.php>

Entre los materiales de comunicación preparados por las colaboraciones LIGO y Virgo, y disponibles en la última página web, se encuentran los resúmenes científicos (en varios idiomas, incluyendo castellano), gráficos, vídeos y material multimedia, incluyendo una imagen y un GIF de Raúl Rubio (material mencionado anteriormente).

Contactos de medios de comunicación de EGO-Virgo

EGO

Vincenzo Napolano

+39 3472994985

napolano@ego-gw.it

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

Isabel Cordero Carrión

Universitat de València

Coordinadora de Divulgación y Comunicación del grupo Virgo en Valencia

isabel.cordero@uv.es; +34 655579165

Sebastian Grinschpun

IFAE Outreach Officer

sgrinschpun@ifae.es; +34 93 170 2723

Esther Pallarés Guimerà

Institute of Cosmos Sciences (University of Barcelona) Communication Office

estpallgui@icc.ub.edu; 934020146

Contactos de medios de comunicación de LIGO**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

Andreu Perelló Ferrando

Servei de Comunicació, Promoció i Imatge

Universitat de les Illes Balears

andreu.perello@uib.cat

Tel. + 34 971 17 34 74 / 971 17 25 51/ 620 881 284

Elena Mora

IGFAE Communication Officer

Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE)

communication@igfae.usc.es

Tel: +34 881 813 971