

UNA NUEVA ERA PARA LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA

¿QUÉ CAMBIOS PARA LA CIENCIA SUPONE QUE SE HAYA CAPTADO POR PRIMERA VEZ LAS ONDAS GRAVITACIONALES Y EL ESTALLIDO DE LUZ PRODUCIDOS POR LA FUSIÓN DE DOS ESTRELLAS DE NEUTRONES?

Fuente: Luz Rodríguez

Asesoría Científica: Alberto Castro-Tirado, Christina Thöne



Alberto Castro Tirado.

La fusión de dos estrellas de neutrones ha permitido, por primera vez, observar un objeto en luz y en ondas gravitacionales. La colaboración entre tres instalaciones dedicadas a la búsqueda y análisis de onda gravitacionales ha hecho posible detectar este fenómeno. Más de cuatro mil astrónomos de todo el mundo estudian este

evento extraordinario que ha dado ya como resultado la publicación de 77 artículos cuyas conclusiones principales fueron presentadas, el 16 de octubre en una rueda de prensa simultánea desde Washington, Garching (Alemania) y Madrid, entre otras ciudades. Tres grupos de investigación pertenecientes al Instituto de Astrofísica de

Andalucía (IAA-CSIC), con sede en Granada, forman parte de la comunidad de científicos internacionales que estudian las repercusiones y las nuevas incógnitas que este fenómeno plantea. Un reto fascinante para aquellos y aquellas investigadores que se dedican a investigar y desentrañar los misterios del Universo.

Tras siglos estudiando el universo en ondas electromagnéticas, la detección en 2015 de ondas gravitatorias abrió una nueva era en la investigación del cosmos. Ahora, un estudio internacional ha permitido, por primera vez, observar un objeto en luz y ondas gravitatorias: una fusión de dos estrellas de neutrones. Los astrónomos han podido registrar el choque de dos estrellas de neutrones por las ondas gravitacionales y por el chorro de rayos gamma, por la explosión de luz que ha generado.

“La información que aporta este evento es valiosísima”, explica Alberto Castro-Tirado, investigador principal del grupo ARAE (Astrofísica robótica y altas energías) del [Instituto de Astrofísica de Andalucía \(IAA-CSIC\)](#) que ha contribuido con varios artículos sobre en este fenómeno. “En primer lugar, se ha confirmado, como se había predicho, que las ondas gravitacionales se propagan a la velocidad de la luz, 300.000 km/s, al igual que toda la radiación electromagnética”, indica Castro-Tirado, que añade que además, “como también se había predicho, las ráfagas de rayos gamma que duran uno o dos segundos están producidas por estas fusiones de neutrones”. Ahora pueden responderse algunas preguntas que los astrónomos se plantean desde hace décadas. “Ha sido una bellísima confirmación de las teorías que se habían puesto sobre el papel hace más de treinta años”, destaca el investigador del CSIC.

Pero, ¿qué es una estrella de neutrones? Son remanentes estelares que han alcanzado el fin de su viaje evolutivo a través del espacio y el tiempo. Nacen de estrellas anteriormente gigantes con al menos ocho veces el tamaño del Sol, hasta, más o menos, veinticinco masas solares, aunque esto depende de las propiedades de la estrella. A pesar de su pequeño diámetro (alrededor de 20 kilómetros) las estrellas de neutrones pueden presumir de contener de una a dos veces la masa del Sol, por lo que son increíblemente densas. Esto hace que, al comprimirse tanto los átomos, los electrones caigan sobre los protones del núcleo produciendo neutrones solamente, de ahí su nombre.

Cuando dos estrellas de neutrones chocan entre sí, al ser tan densas, provocan ondulaciones del espacio-tiempo, las conocidas ondas gravitacionales, pero también una potente explosión de rayos gamma. En definitiva, se producen tres procesos diferentes: Las ondas desde el mismo choque, los rayos gamma del chorro en el eje de rotación y la kilonova, que es una explosión esférica del material en el disco de acreción que se forma en el proceso del

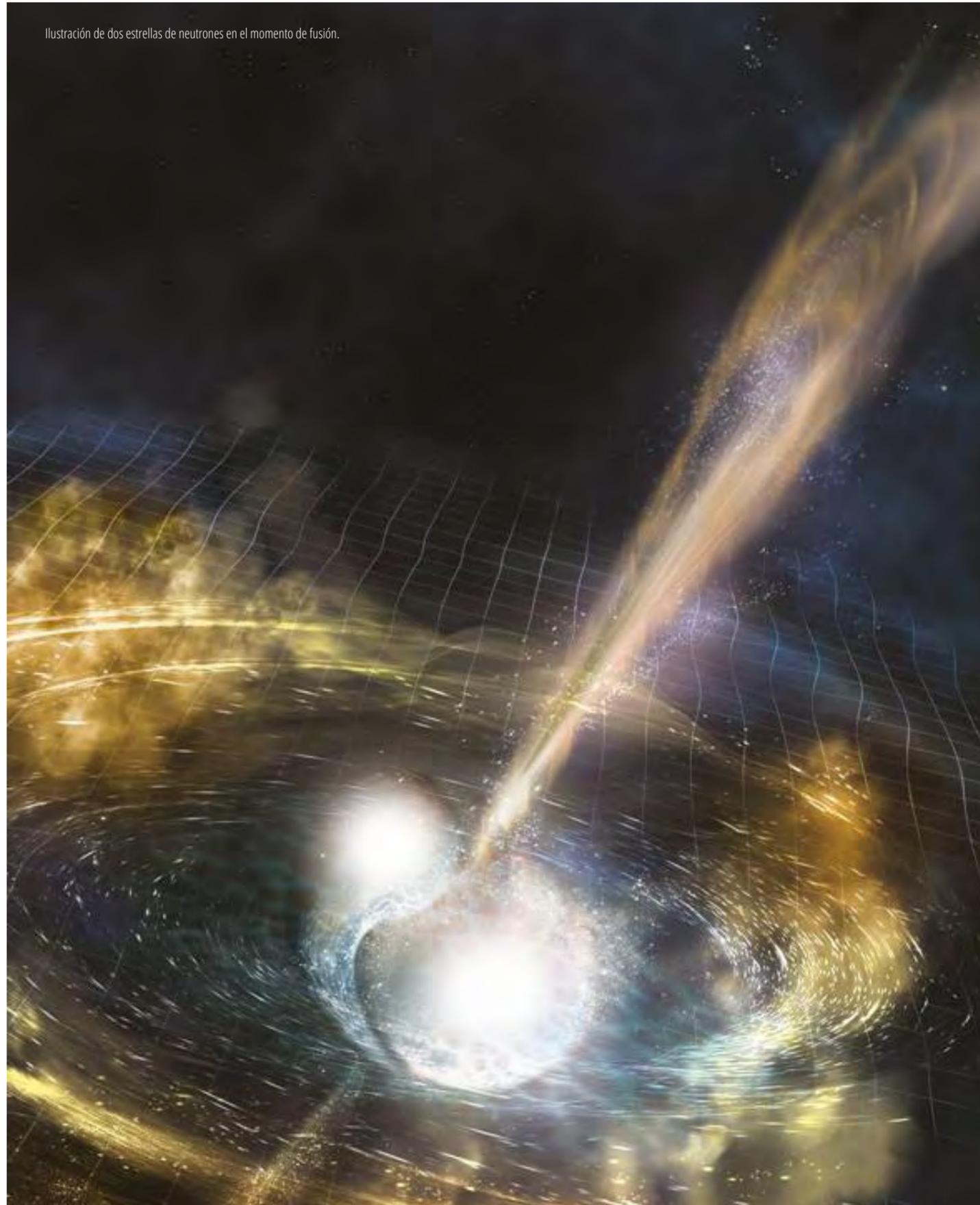


Ilustración de dos estrellas de neutrones en el momento de fusión.

choque del material de las dos estrellas, una explosión mil veces más poderosa que la de una nova y que los astrónomos no habían podido observar hasta ahora de manera tan detallada.

“Este es el primer espectro de una kilonova que se ha podido observar y hemos visto que los elementos pesados salen despedidos al 20% de la velocidad de la luz, mucho más rápido que durante una supernova”, explica Christina Thöne, investigadora principal del grupo HETH (Fenómenos Transitorios de Alta Energía y su Entorno) del IAA-CSIC que participa en cinco artículos sobre este evento.

Este fenómeno ha permitido, además, establecer una relación clara entre la fusión de estrellas de neutrones y la producción de elementos químicos. Prácticamente todos los elementos químicos que se conocen tienen un origen astronómico y se produjeron bien en etapas muy próximas a la Gran Explosión (el ‘Big Bang’), en las que se formaron el hidrógeno y el helio, o bien en las estrellas, tanto a través de la fusión de elementos en el núcleo (que producen carbono, nitrógeno o hierro) como a través de eventos explosivos (en los que se generan el plomo o el cobre). “Ya podemos decir que, prácticamente, la mitad de los elementos más pesados que el hierro pueden explicarse perfectamente por numerosas fusiones de sistemas binarios de estrellas de neutrones que han ido teniendo lugar en los últimos cientos y miles de millones de años en muchas galaxias”, explica Alberto Castro-Tirado. “Esto es sorprendente. El oro que algunas personas llevan en sus joyas se ha formado en estas colisiones de estrellas de neutrones hace muchísimo tiempo”, comenta con fascinación.

El encuentro

El eco del encuentro entre estas dos estrellas llegó el 17 de agosto al Observatorio de detección de ondas gravitacionales [LIGO \(Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory\)](#) a sus dos detectores ubicados en EE.UU. Otro detector de ondas gravitacionales, [Virgo](#), situado en Italia, ha colaborado en la observación de este fenómeno, denominado como “evento transitorio de ondas gravitatorias GW170817”. Lo más relevante es que 1,7 segundos tras la detección, el satélite científico Fermi observó en la misma región del cielo el brote de rayos gamma GRB 170817A^a. La fuente se ha localizado en la galaxia elíptica NGC 4993, en la constelación de Hidra, a unos 130 millones de años luz de la Tierra. A esta nueva manera de hacer astronomía combinando datos de fuentes complementarias se la empieza a conocer como astronomía multi-mensajero.

“Hemos unido dos campos muy diferentes. El de las ondas gravitacionales, por un lado y el del estudio de cualquier tipo de luz en el universo, por otro. Por primera vez hemos detectado un evento que se ha observado en ambos campos, el de la gravedad y el de las interacciones electromagnéticas. De las cuatro fuerzas de la naturaleza (electromagnetismo, gravitación, fuerza débil y fuerza fuerte), se ha detectado el evento con dos mensajeros de fuerzas naturales al mismo tiempo”, indica Thöne.

Según explica la investigadora del IAA, “este evento fue tan especial porque, por ejemplo, en la fusión de agujeros negros los modelos dicen que no se produce ningún tipo de explosión en rayos electromagnéticos o es tan débil que no se puede registrar. Desde los agujeros negros no sale ninguna energía, ni materia y cuando se fusionan todavía menos. Aunque esta no es la razón”, matiza la astrofísica. “Hay agujeros negros que se ha detectado de manera indirecta a través de radiación que sale del discos de acreción (p.ej.



Christina Thöne.

si están en un sistema binario). La cuestión es que estos agujeros negros que se han detectado hasta ahora (de 20-30 masas solares) ya tienen bastante años. Son dos y, probablemente, no tienen otra estrella o mucho material alrededor, porque se ha vaciado el espacio entorno a ellos. Entonces queda poco material que pueda dar luz a una explosión, porque desde los mismos agujeros no sale nada, no se deforman como ocurre cuando se fusionan de dos estrellas de neutrones. Estas, cuando se juntan, se deforman y expulsan materia”, indica la experta.

Esto da lugar a una explosión que se puede observar también en el campo electromagnético. “Nuestro modelo fue que, precisamente, esta fusión podría dar luz. Ahora tenemos la relación directa entre la fusión de dos estrellas de neutrones y un evento de los rayos gamma”.

Algunas respuestas y nuevas preguntas

Los programas para observar este tipo de eventos continúan y según opinan los expertos van a tener mucho éxito en

el futuro. Actualmente el objeto se encuentra detrás del Sol y no reaparecerá hasta diciembre. Una nueva oportunidad para seguir estudiándolo. “Puede ser que podamos detectar el resto de la explosión o también indagar sobre una cuestión de la que no tenemos respuesta, todavía no sabemos qué se ha formado al final. No sabemos si el resultado es una estrella de neutrones o un agujero negro”, se pregunta Christina Thöne.

“El reto se centra en sumar más detecciones de fuentes de ondas gravitatorias pero también en hallar sus contrapartida lumínica”, aporta Alberto Castro-Tirado.

La detección de onda gravitacionales supone un antes y un después en el campo de la astronomía y una avance muy importante en la investigación del universo. Así lo ha considerado la Academia de las Ciencias sueca concediendo el Nobel de Física 2017 a los científicos que detectaron por primera vez las ondas gravitacionales en el laboratorio estadounidense LIGO. Ra-

iner Weiss (Berlín, 1932), Barry C. Barish (Omaha, EEUU, 1936) y Kip S. Thorne (Logan, EEUU, 1940) son los tres investigadores galardonados por un logro científico que ha involucrado a más de mil investigadores de 20 países en los últimos años. Los tres científicos han sido galardonados este año con el Premio Princesa de Asturias de Investigación.

A LIGO y Virgo se le suman otros detectores. India y Japón están construyendo, actualmente, otros interferómetros que también se dedicarán a estudiar ondas gravitacionales y que entrarán en funcionamiento en los próximos años. La misión de la Agencia Espacial Europea (ESA) LISA lo hará desde el espacio en la década de 2030.

Para Alberto Castro-Tirado, “está claro que los científicos vamos a descubrir objetos nuevos que ahora mismo ni siquiera imaginamos. Hemos tenido la gran fortuna de estar viviendo un tiempo en el cual hemos visto la emergencia de un nuevo campo de investigación que nos va a deparar muchas sorpresas”.

EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



Ruinas de Baelo Claudia en Bolonia, Tarifa.

Mirador: Año Europeo del Patrimonio Cultural 2018.



Adelaida de la Calle.

Perfil: Adelaida de la Calle, presidenta de la Corporación Tecnológica de Andalucía.



Agua como recurso.

Respuestas: Cómo la ciencia administra el recurso del agua.

EQUIPO

DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL

EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES

edominguez@uco.es

DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL

JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL

CONSEJO EDITORIAL

TERESA CRUZ SÁNCHEZ

teresa.cruz@fundaciondescubre.es

FRANCISCO MANUEL SOLÍS CABRERA

francisco.com.solis@juntadeandalucia.es

CAROLINA MOYA CASTILLO

carolina.moya@fundaciondescubre.es

MIGUEL DELIBES DE CASTRO

MAR GARCÍA GORDILLO

GEMA REVUELTA DE LA POZA

COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

MIGUEL CARRASCO TELLADO

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DE VERSIÓN DESCARGABLE

JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ

redaccion@fundaciondescubre.es

REDACCIÓN

Clara Janés

José Teodoro del Pozo

Luz Rodríguez

María Ruiz

José María Montero

HAN COLABORADO...

Clara Janés

Francisco Herrera

Pedro García

Laura María Roa

Elvira Salazar

Alfonso Vargas

Belén de Rueda

José Miguel Díaz

Francisco Perujo

José Luis Estrella

Ángel R. López

Alberto Castro

Christina Thöne

Miguel Carrasco

Mila Soriguer

Luis Silva

José Carlos García

Julián Blasco

José María Montero

DISEÑO

Daniel López Martínez

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita: