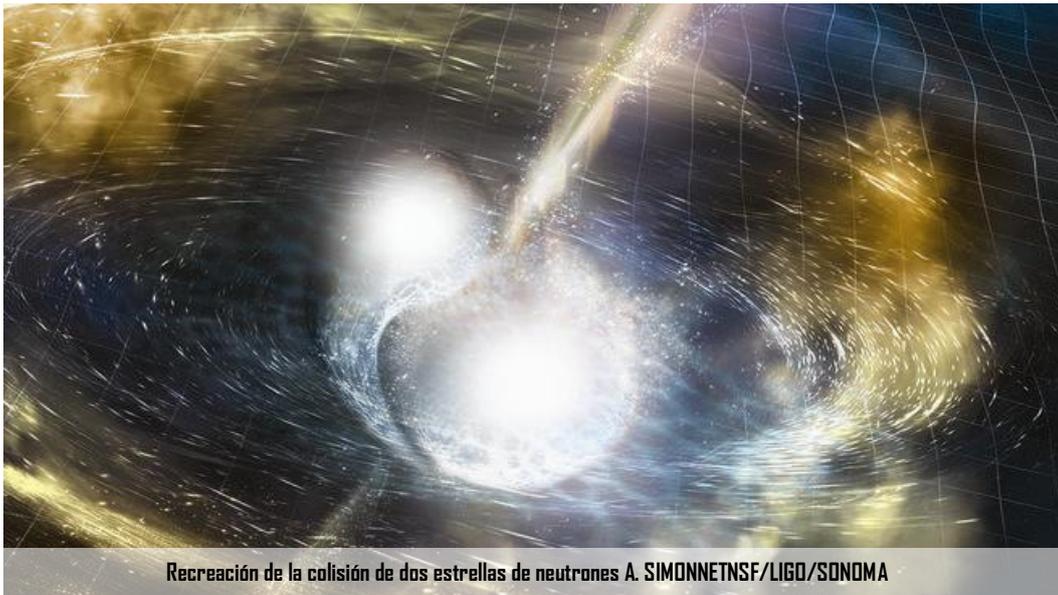


## El origen cósmico del oro

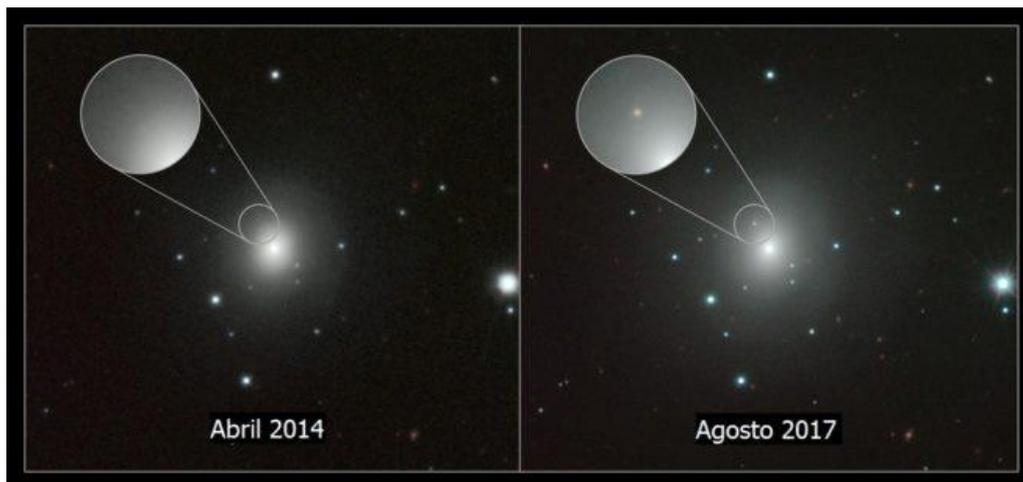


El oro, el platino y otros metales preciosos se crean en la colisión catastrófica de dos estrellas de neutrones como la observada recientemente en ondas gravitacionales y con numerosos telescopios de todo tipo. Así pues, las fuentes de ondas gravitacionales son,

figurada y literalmente, unas auténticas minas de oro.

### Revolución astrofísica

Como puntualmente informó Teresa Guerrero en EL MUNDO el 16 de octubre pasado se anunció la primera detección inequívoca de la fusión de un par de estrellas de neutrones. La detección original la realizaron los observatorios de ondas gravitacionales LIGO (en Estados Unidos) y VIRGO (en Italia). LIGO ya había detectado la fusión de cuatro pares de agujeros negros y, gracias a ello, los líderes del experimento acaban de recibir este año el Premio Princesa de Asturias y el Nobel de Física.



Detección con un telescopio de ESO de la kilonova que siguió a GW170817 A. J. TANVIR/A. J. LEVANESO

Pero ésta es la primera vez que se detectaba claramente la fusión de dos estrellas de neutrones. Y lo que es aún más sobresaliente, además de las ondas gravitacionales, se ha detectado radiación electromagnética originada por el mismo fenómeno en todo el espectro: desde las

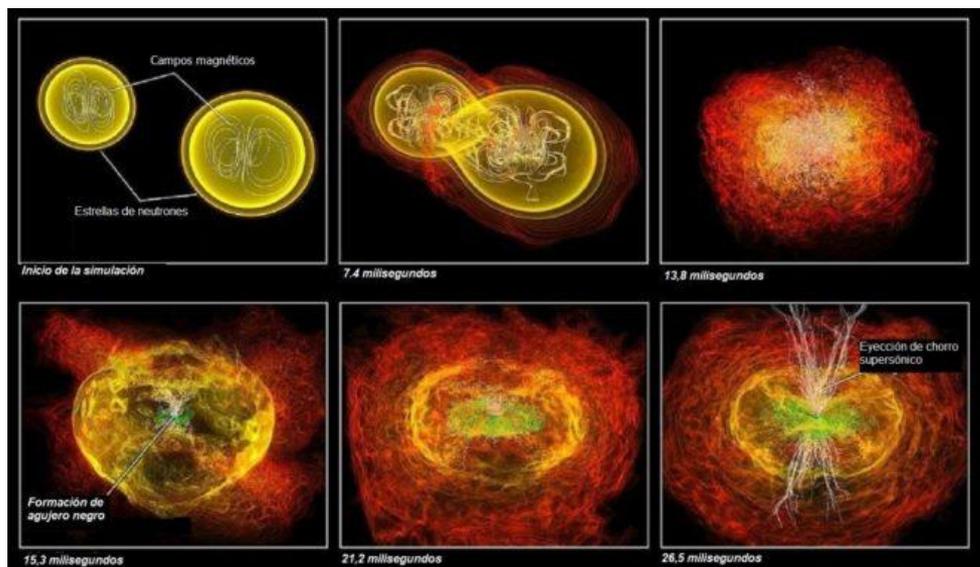
ondas de radio hasta la radiación gamma, pasando naturalmente por el infrarrojo y la luz visible.

El fenómeno, designado GW170817, tuvo lugar el pasado 17 de agosto e, inmediatamente, fue comunicado a todos los observatorios del mundo. Tan solo dos segundos tras la detección gravitacional, un brote de

rayos gamma fue detectado con los telescopios espaciales Fermi (NASA) e INTEGRAL (ESA) en una región en torno la galaxia elíptica NGC4993.

En la mayor campaña coordinada de observación de la historia de la astronomía, un gran número de telescopios terrestres y espaciales -entre los que se encontraban casi todos los mayores- apuntaron hacia esa zona del cielo. Se trataba de una búsqueda difícil, pues el área a explorar era unas 150 veces más extensa que la luna llena y se encontraba relativamente próxima al Sol, por lo que sólo era posible observarla en el óptico durante una hora tras el crepúsculo. Pero a pesar de ello, 11 horas después y en un intervalo de tan solo 90 minutos, media docena de telescopios de gran campo habían identificado la aparición de una nueva fuente luminosa en NGC4993 y, a continuación, los telescopios mayores (de menor campo) comenzaron observaciones detalladísimas de ese nuevo punto de luz. Entre ellos el Hubble, el VLT, ALMA, Gemini, el VLA y un largo etcétera.

Desde agosto hasta ahora, miles de astrónomos han estado trabajando en el análisis de las masivas observaciones. La conclusión es que el evento GW170817 se produjo mediante la fusión catastrófica de dos estrellas de neutrones cuya masa conjunta era de 2,8 veces la masa del Sol. Estas observaciones pioneras abren posibilidades completamente nuevas y están llamadas a originar una auténtica revolución astrofísica. La génesis del oro y de otros elementos



Simulación por ordenador de una explosión de tipo kilonova KOPPITZ/ROZZOLANASA/AEI/ZIB

Sabemos que el hidrógeno y el helio se formaron hace 13.800 millones de años, en el mismísimo Big Bang. Las primeras estrellas, constituidas exclusivamente por estos dos elementos, mediante las reacciones de fusión nuclear en sus interiores, fueron formando elementos más pesados como el carbono y el oxígeno. Pero por este proceso tan solo se pueden formar los

elementos hasta el hierro. Para formar otros elementos más pesados, como el oro y el platino, se precisa de un ámbito en el que núcleos más ligeros sean bombardeados por neutrones libres. Los astrónomos llevan décadas investigando en qué condiciones astrofísicas puede tener lugar un proceso de este tipo.

Cuando dos estrellas de neutrones colisionan se origina una explosión mil veces más brillante que las de las novae corrientes, de ahí que este tipo de explosiones se hayan designado como kilonovas. Los gases expulsados en una kilonova a altísimas velocidades, de hasta el 30% la velocidad de la luz, poseen neutrones en gran abundancia y, por tanto, parecían lugares muy prometedores para la formación de núcleos más pesados que los del hierro. En los restos de la kilonova, los neutrones van desintegrándose

convirtiéndose en protones (radiactividad beta), y estos dos tipos de partículas pueden combinarse entonces para formar núcleos atómicos que sufren el bombardeo del resto de los neutrones, llegando a formar así los elementos más masivos de la tabla periódica.

Las observaciones espectroscópicas realizadas con los mayores telescopios de ESO, como el VLT equipado con el instrumento X-Shooter, han revelado la presencia de oro, platino, plomo y tierras raras en la kilonova que siguió a GW170817. Se confirma así la teoría de que los elementos más pesados que el hierro se gestan en la evolución del material nuclear que es eyectado al espacio tras la fusión de dos estrellas de neutrones. Se conocen 16 estrellas de neutrones binarias en la Vía Láctea y, a partir de este número, se estima que se da una colisión catastrófica de este estilo cada 50.000 años aproximadamente. En cada colisión se crea una masa de oro tan grande como la masa de la Tierra, de donde se deduce que las colisiones entre estrellas de neutrones representan un fenómeno suficiente para crear todo el oro que observamos en el Universo.

Si usted, querido lector, posee un anillo de oro o platino, puede estar orgulloso de poseer un recuerdo de una fabulosa colisión estelar.

### También interesante

- En Junio de 2013, los astrónomos ya habían detectado una kilonova que también fue vista como un estallido de rayos gamma. Pero se trató de un fenómeno muy débil pues tuvo lugar a unos 4.000 millones de años luz de distancia.
- Por otro lado, la galaxia elíptica NGC4993 se encuentra a 130 millones de años luz de distancia en la constelación de La Hidra. Esta galaxia se conoce desde el siglo XVIII: fue catalogada como una nebulosa en 1789 por el gran astrónomo William Herschel
- Y por último, docenas de artículos científicos fueron publicados el pasado 16 de octubre en las revistas más prestigiosas del mundo (Nature, Science, The Astrophysical Journal, Physical Review Letters...) dando cuenta del fenómeno GW170817. En el artículo que describe las observaciones de seguimiento tras el descubrimiento participan casi 4000 coautores de unas 900 instituciones de todo el mundo (por supuesto, varias españolas). Esto representa un tercio de la comunidad mundial de astrónomos profesionales.