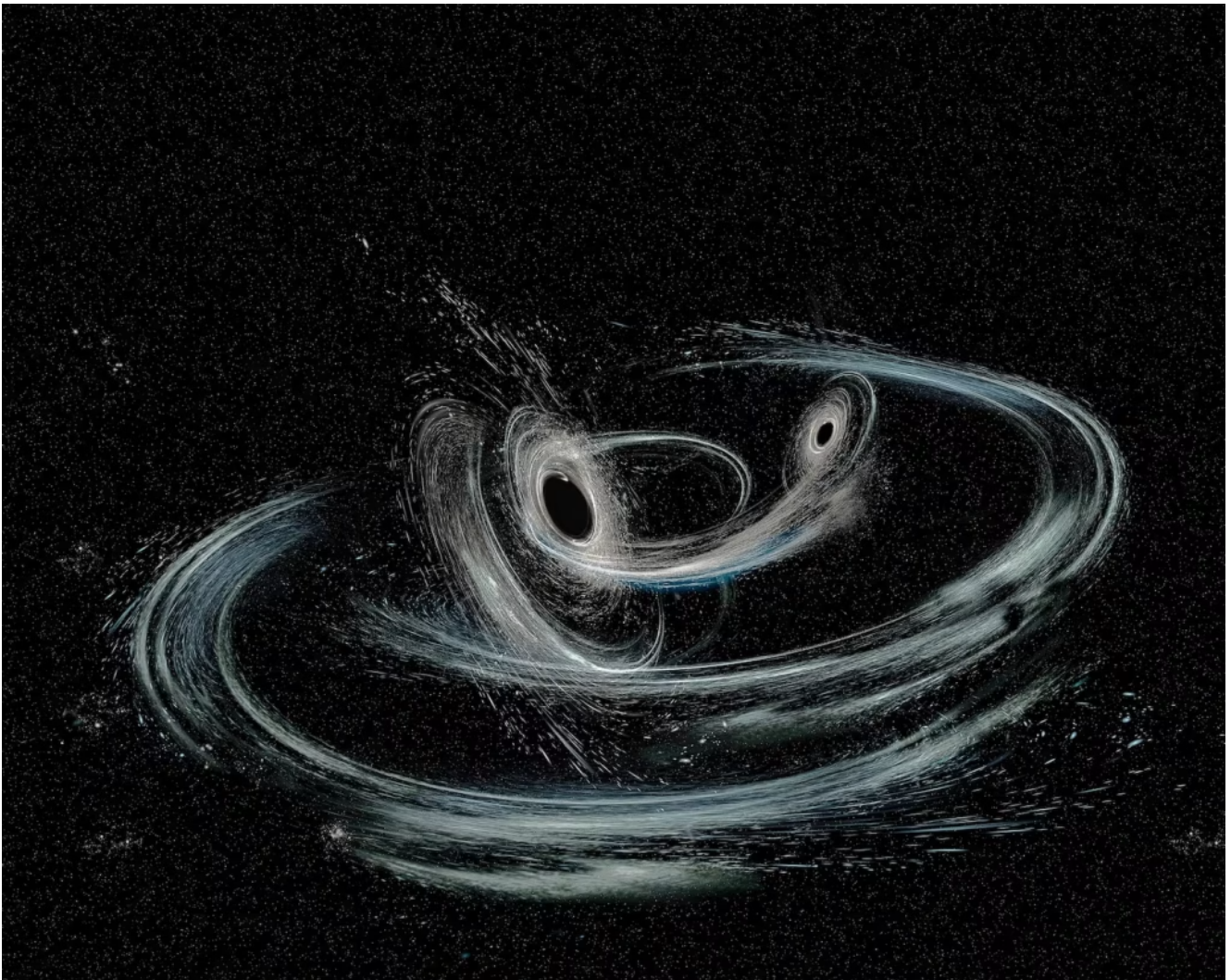


A 10 años de escuchar al universo: el hallazgo que cambió la física hoy corre riesgo de apagarse

14/09/2025



A las 4 AM del 14 de septiembre de 2015, tanto en el desierto del este del estado de Washington como en los bosques de Luisiana, **dos haces de luz empezaron a temblar en distante sincronía** mientras el espacio por el que viajaban se estiraba y encogía a un ritmo de 250 veces por segundo.

Eran las **antenas gemelas del Observatorio de Ondas Gravitacionales con Interferometría Láser, o LIGO**. Lejos en el

tiempo y el espacio, un par de agujeros negros, pozos gigantes de nada eternamente oscura, habían chocado y se habían fusionado, con lo que enviaron ondas gravitacionales que ondularon por el universo y a través de las trayectorias de las dos antenas.

Todo el encuentro duró **una quinta parte de segundo**. Pero **ese instante cambió la astrofísica** y abrió una ventana a reinos de la naturaleza antes inaccesibles en los que el espacio podía rasgarse, doblarse, hincharse, arrugarse e incluso desaparecer.

Fue la primera prueba directa de que **las ondas del espacio-tiempo, predichas por Albert Einstein un siglo antes, existían realmente**. En la década transcurrida desde entonces, LIGO y otros experimentos han registrado más de 300 de estas violentas colisiones, y han proporcionado a los astrónomos pistas sobre la evolución de los agujeros negros a lo largo de la historia cósmica.

Que los agujeros negros son omnipresentes en el universo está ahora fuera de toda duda. Las antenas LIGO han justificado su antaño polémico título de observatorios, y se han puesto en marcha observatorios similares: **VIRGO en Italia, KAGRA en Japón**; unos 1600 astrónomos y físicos de todo el mundo trabajan como la colaboración LIGO/VIRGO/KAGRA, o LVK. Los fundadores de LIGO, Rainer Weiss, del MIT, y Kip Thorne y Barry Barish, del Instituto Tecnológico de California, recibieron el **Premio Nobel de Física en 2017**.

Las celebraciones del aniversario comenzaron el 13 de septiembre con fiestas y jornadas de puertas abiertas en los observatorios LIGO de Hanford, Washington, y Livingston, Luisiana. A continuación, el 10 de octubre, se celebra un simposio en Caltech, con discursos de los galardonados con el Nobel.

Como redoble de tambores inicial, el 10 de septiembre, un

equipo de más de mil astrofísicos dirigido por Katerina Chatziioannou, de Caltech, anunció que **LIGO había confirmado una conjetura innovadora, enunciada por primera vez hace más de 50 años por Stephen Hawking**, según la cual los agujeros negros solo podían crecer, una noción que ha revolucionado la física teórica.

Sin embargo, las celebraciones se han visto ensombrecidas. A finales de agosto, **Weiss**, un ratón de laboratorio e inventor parlanchín, **murió a los 92 años, menos de un mes antes del aniversario de su mayor logro**. Sin él, dicen los científicos, no habría habido observatorio de ondas gravitacionales.

“No conozco a nadie que haya tenido interacciones sustanciales con Rai que no haya salido de ellas como una persona mejor en algún sentido”, dijo David Reitze, físico de Caltech y director del Laboratorio LIGO, que gestiona las dos antenas.

Y lo que es más inquietante, el presidente **Donald Trump ha propuesto recortar el presupuesto operativo de LIGO en 2026** en un 40 por ciento, de 48 a 29 millones de dólares, y **eliminar una de las antenas**. Esto podría suponer un desastre, ya que **se necesitan dos antenas** para triangular el origen de las ondas gravitacionales.

Reitze, quien pasó un verano agonizante estudiando los escenarios presupuestarios, dijo que pensaba que el observatorio podría funcionar con el presupuesto sugerido, pero a duras penas. “Va a estar feo”, dijo. Los más inmediatamente afectados serían los cerca de **200 científicos y técnicos del Laboratorio LIGO** que dirigen y mantienen las antenas en nombre de la comunidad LVK, que es más amplia. Reitze los describió como “científicos e ingenieros muy especiales con conocimientos muy especializados que tienen hipotecas que pagar e hijos a los que mantener en la universidad”.

El impacto sobre el rendimiento y las futuras actualizaciones

sería devastador, añadió: “Sería casi imposible que LIGO se recuperara de un recorte de esta magnitud”.

Un artilugio con gravedad

A Weiss le gustaba decir que aprendía más construyendo un artilugio y luego intentando hacerlo funcionar. Esa es la historia de LIGO, en pocas palabras.

En la **década de 1970**, en un destartalado edificio del MIT donde tres décadas antes se había inventado el radar, Weiss empezó a montar **un dispositivo para detectar la sutil compresión y estiramiento del espacio-tiempo** que se pensaba que producían las ondas gravitacionales, todavía hipotéticas en aquella época. Se esperaba que solo los objetos más densos y extremos del universo –agujeros negros y estrellas de neutrones– pudieran producir ondas débiles de este tipo. Muchos astrónomos, sobre todo del MIT, dudaban de la existencia de los agujeros negros.

Con el tiempo, la Fundación Nacional para la Ciencia fusionó los esfuerzos de Weiss con un proyecto similar en Caltech, donde los agujeros negros estaban más de moda. **El resultado fue un par de edificios en forma de L en Hanford y Livingston;** cada uno albergaba rayos láser que rebotaban entre espejos y revelarían cualquier fluctuación entrante.



FILE Ñ David Reitze, executive director of the LIGO Laboratory, speaks during a news conference to discuss developments in gravitational-wave astronomy at the National Press Club in Washington, Oct. 16, 2017. Ten years ago, astronomers made an epic discovery with the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory Ñ cosmology hasn't been the same since, and it might not stay that way much longer. (Alex Wroblewski/The New York Times)

Durante años, los científicos no oyeron nada, aunque aumentaron su capacidad analítica y computacional y mejoraron la sensibilidad de las antenas. Entonces, **en septiembre de 2015, encendieron su última versión del dispositivo, denominada LIGO Avanzado. Sonaron las campanas de detección.**

“Estaba saludando”, dijo Weiss más tarde. “Fue asombroso. La señal era tan grande que no me lo creía”.

En el vacío, a 1300 millones de años luz de distancia, **dos agujeros negros, 29 y 36 veces más masivos que el sol, habían colisionado** y se habían fusionado para convertirse en un agujero negro con la masa de 62 soles. **Tres soles de masa y energía**, equivalentes a la luz de mil billones de estrellas,

habían desaparecido en la ondulación del espacio-tiempo.

Era energía suficiente para mover los espejos de LIGO y ampliar la distancia que recorrían los rayos láser en cuatro milésimas del diámetro del núcleo de un átomo de hidrógeno.

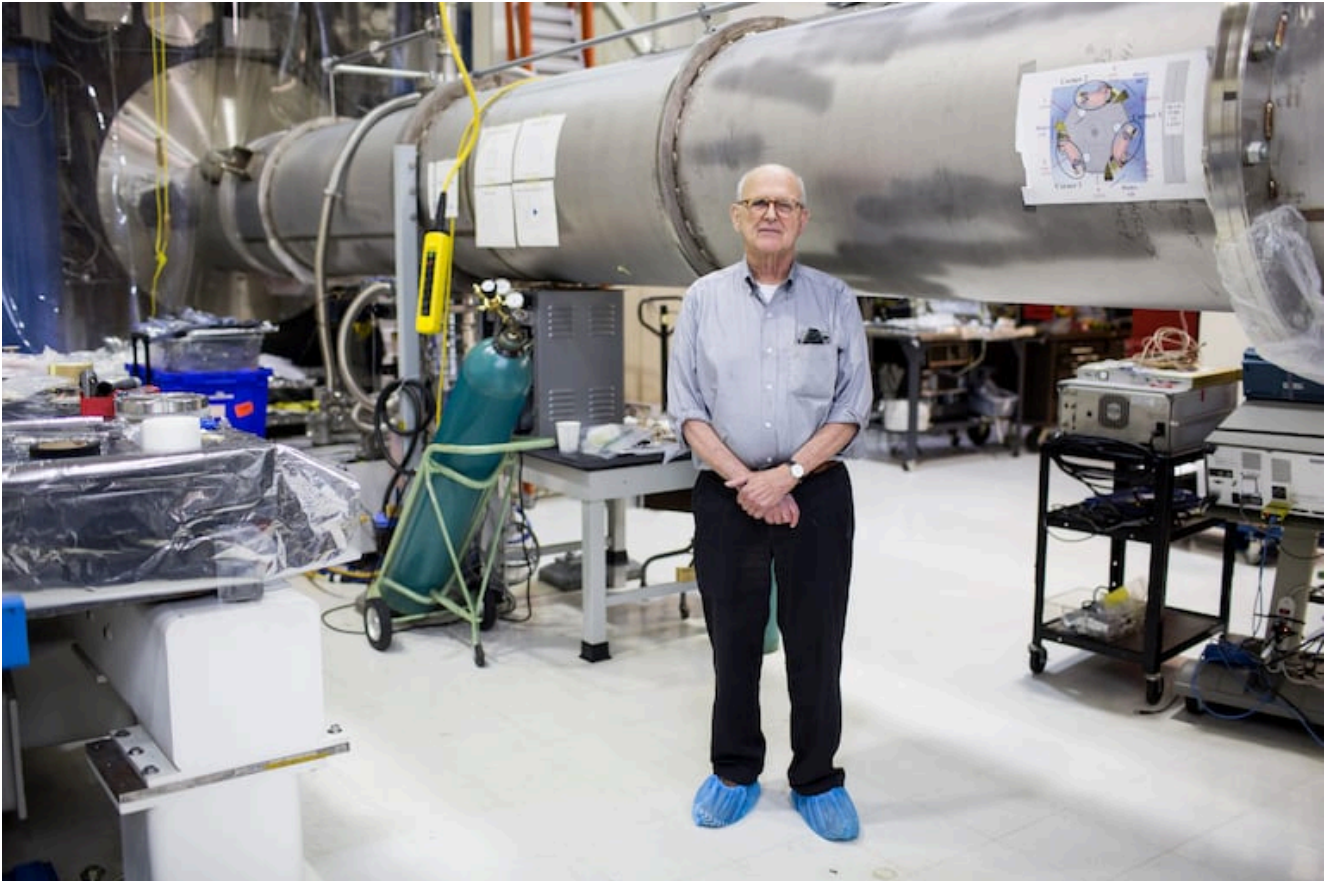
Resulta que el zumbido del espacio-tiempo causado por la colisión de estos agujeros negros concretos produjo **ondas en las mismas frecuencias que oyen los humanos**. Traducidas a ondas acústicas, aquellas primeras ondas gravitatorias eran un breve chirrido, que terminaba en un do medio.

Estos chirridos son ahora una característica habitual de la ciencia; si tienes la aplicación Gravitational Waves Events en tu teléfono celular, los oirás cada **tres días aproximadamente**. La recopilación más reciente de sucesos de ondas gravitacionales, publicada esta semana, incluía al menos un objeto que no era lo bastante masivo para ser un agujero negro, y un par que eran demasiado masivos, según la tradición astrofísica estándar.

Una decepción ha sido la falta de oportunidades para participar en lo que la comunidad denomina **“astronomía multimensajero”**, que combina los estudios de ondas gravitacionales con las observaciones telescópicas tradicionales. Como los agujeros negros son invisibles, no hay nada que ver.

La astronomía multimensajero alcanzó todo su potencial en 2017, cuando **un par de estrellas de neutrones** –los restos densos de estrellas colapsadas– **colisionaron y produjeron un nuevo tipo de explosión denominada kilonova**. Las estrellas de neutrones están llenas de cosas que generan tanto luz como ruido, y la colisión hizo sonar las antenas con un chirrido que atrajo a más de 4000 astrónomos que más tarde firmarían uno de los muchos artículos científicos sobre el acontecimiento. Los astrónomos calcularon que la explosión generó entre 40 y 100 masas terrestres de oro en una fracción

de segundo: futuras joyas cósmicas.



Rainer Weiss en el Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory Lab (Kayana Szymczak/The New York Times)

Lamentablemente, desde entonces no ha ocurrido nada parecido. “Parece que tuvimos **MUCHA suerte** con GW170817”, escribió en un correo electrónico Daniel Holz, astrofísico de la Universidad de Chicago. “Y eso creó unas expectativas completamente irreales sobre la tasa de estos sistemas”.

Pero la esperanza es eterna ahí fuera, y podrían producirse sucesos extraños y novedosos en cualquier momento. “La emoción en este campo es que **podemos estar descubriendo cosas nuevas**”, dijo Reitze. “Podemos estar apuntando nosotros mismos, diciéndoles a nuestros amigos astrónomos que apunten sus telescopios, a lugares donde incluso descubran cosas nuevas que no estén asociadas a las ondas gravitacionales. Así que tendremos que ver cómo se desarrolla esto probablemente en las próximas semanas o meses”.

Cómo crecen los agujeros negros

Al mismo tiempo, se cumple una antigua promesa hecha a Stephen Hawking, el célebre cosmólogo inglés experto en agujeros negros.

En 1970, **Hawking** hizo una audaz conjetura tras estudiar las ecuaciones que describen los agujeros negros: **el área del horizonte de sucesos de un agujero negro** –la burbuja invisible en el espacio que define su punto de no retorno– **debe aumentar siempre**. La naturaleza no tenía por qué funcionar así. ¿Por qué no podían los agujeros negros partirse en dos, o desprenderse unos de otros y desaparecer como pompas de jabón? Según Hawking, estas burbujas de la nada solo podían crecer.

La idea de Hawking se convirtió en la piedra angular de un artículo de 1973, ***The Four Laws of Black Hole Mechanics*** (Las cuatro leyes de la mecánica de los agujeros negros), que escribió con James Bardeen, físico de la Universidad de Washington, y Brandon Carter, actualmente en el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia. Compararon la idea con una famosa ley de la termodinámica, que afirmaba que la entropía –la cantidad de calor o energía desperdiciada en un sistema– siempre aumentaba. (La entropía es la razón por la que nunca se puede construir una máquina de movimiento perpetuo).

Esta idea implicaba que **los agujeros negros tenían entropía** –como argumentó por primera vez Jacob Bekenstein, entonces estudiante de posgrado en Princeton– y calor, lo que sugería que no eran tan negros después de todo. Podían estar calientes e incluso explotar, como predijo Hawking unos años más tarde. Entre otras cosas, sugería que el crecimiento de los agujeros negros es tan ineluctable como el óxido, y que la entropía y el desorden del universo seguirán creciendo.



LIGO puso a prueba la teoría de Stephen Hawking (Foto: Reuter) Medio siglo después, algunas de las mejores mentes del mundo siguen discutiendo sobre **cómo funcionaría eso y qué podría significar**. Está en juego la cuestión de si la gravedad einsteiniana, que da forma al universo más amplio, se rige por las mismas reglas que la mecánica cuántica, las paradójicas leyes que prevalecen en el interior del átomo.

En 2003, Thorne predijo que **LIGO podría poner a prueba la teoría de Hawking** midiendo realmente el tamaño y otras propiedades de los agujeros negros. Ese sería su regalo a su amigo Hawking en su cumpleaños 70 en 2012, le dijo Thorne.

Pero los datos de la primera colisión de agujeros negros registrada, en 2015, eran demasiado ruidosos e inciertos para sacar conclusiones inmediatas, y **Hawking murió tres años después**. En 2021, tras años de simulaciones por ordenador y de lucha por los datos, un equipo dirigido por Maximiliano Isi, físico del MIT, anunció que había **un 97 por ciento de probabilidades de que Hawking hubiera tenido razón**: el área total de los agujeros negros había aumentado durante la fusión, al menos para esta colisión de agujeros negros en particular.

Ahora, el equipo dirigido por Chatziioannou, del que forma parte Isi, ha superado el primer resultado, proporcionando lo que dicen que es la mejor y más clara evidencia hasta la fecha, **con un nivel de confianza superior al 99 por ciento, de que Hawking tenía razón.**

La evidencia surgió en enero, cuando LIGO registró la colisión de dos agujeros negros parejos, 33,6 y 32,2 veces más masivos que el sol.

“Fue el doble de fuerte que la siguiente cosa más fuerte que hemos visto”, dijo Chatziioannou en una entrevista telefónica. Esto se debió principalmente a que los detectores de LIGO habían mejorado mucho desde la primera colisión de 2015. “Enseguida comprendimos que **se podían hacer cosas interesantes** con él”, dijo.

El agujero negro fusionado era 62,7 veces más masivo que el Sol, lo que significaba que una masa equivalente a tres soles había desaparecido en las ondas gravitacionales.

Para desentrañar estos detalles de la colisión fue necesario profundizar en los últimos momentos de la aniquilación y creación de un agujero negro. Cuando se forma un agujero negro recién fusionado, vibra como un tambor o una campana, y genera un tono fundamental y una serie de sobretonos y subtonos. Como resultado, dijo Chatziioannou, “el espacio-tiempo, la gravedad que lo rodea, es un caos”.

Como el chirrido era tan fuerte, Chatziioannou y su equipo pudieron pasar por alto el desorden e identificar las reverberaciones finales producidas al asentarse el nuevo agujero negro. Estas revelaron que los dos agujeros negros habían comenzado con un área combinada de 240.000 kilómetros cuadrados, pero **se fusionaron en uno con un área de 400.000: un crecimiento estrepitoso.**

“Nuestros resultados sugieren que los agujeros negros astrofísicos son, en efecto, **objetos extremadamente simples**

que siguen la relatividad general", concluyeron Chatziioannou y sus colegas. Y con ello, los restos mortales de Hawking pueden seguir descansando tranquilamente entre los de otros héroes científicos británicos en la Abadía de Westminster de Londres.

() Dennis Overbye es corresponsal de temas del espacio exterior en el Times, y también cubre física y astronomía.*

Fuente: TN