

# Hemos leído que...

Registro rápido e informal de noticias que, llegadas a nuestro consejo de redacción, hacen pensar o actuar a un/a físico/a<sup>1</sup>

Sección preparada por Elena Pinilla Cienfuegos



Ilustración por gentileza de Alberto García Gómez (albertogg.com).

El pasado jueves 12 de mayo, durante una conferencia de prensa internacional convocada por la colaboración EHT (Event Horizon Telescope) se hizo pública la imagen de Sagitario A\*, **un agujero negro supermasivo situado en el corazón de nuestra galaxia**, a unos 26.000 años-luz de la Tierra. Ya existían pruebas indirectas acerca de su existencia debido al peculiar movimiento de las estrellas a su alrededor perturbado por la acción de su enorme gravedad. Pero la imagen conseguida mediante

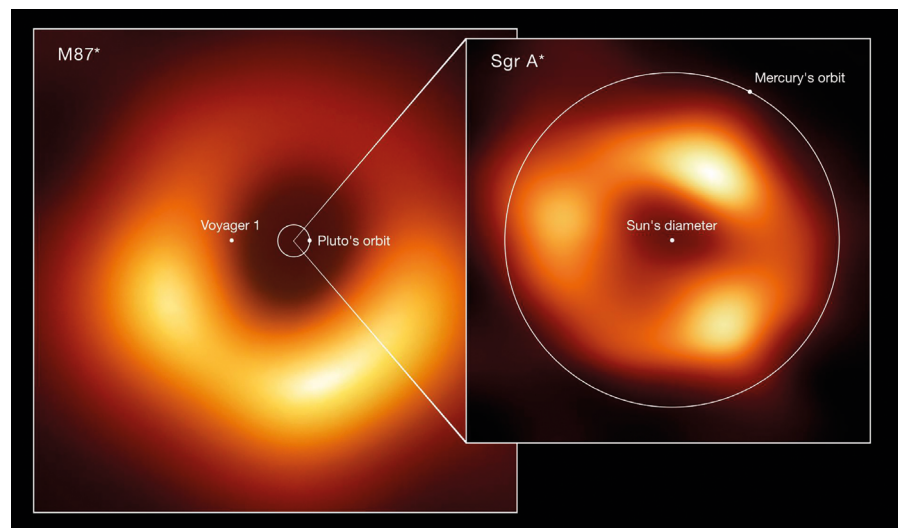
agujeros negros eran soluciones puramente matemáticas de sus ecuaciones y, probablemente, nunca se harían realidad física en nuestro universo, siendo puros objetos teóricos. No ha sido el caso... hasta los más sabios se equivocan, incluso con sus propias teorías.

De hecho, ésta es la segunda imagen de un agujero negro, pues la misma colaboración EHT, formada

**radiotelescopios** que funcionan conjuntamente mediante una técnica interferométrica de reconstrucción de imágenes trabajando de dos en dos, aunque formando una red gigante, de modo que se comportan como una única lente virtual, nada menos que del tamaño de la Tierra. Gracias a ello se pueden obtener las imágenes de los espectaculares discos de acreción girando alrededor de los agujeros negros a velocidades cercanas a la luz, y cuya elevadísima temperatura es lo que los hace visibles, pues el agujero negro en sí aparece como una sombra oscura.

Con el fin de poder conseguir esas espectaculares imágenes, la red de observatorios de radio del EHT incluye el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) y el Atacama Pathfinder EXperiment (APEX), ambos situados en el desierto de Atacama, en Chile, copropiedad y cooperados por la ESO en nombre de sus estados miembro europeos. Europa también contribuye a las observaciones de EHT con sus propios observatorios: el radiotelescopio IRAM en Sierra Nevada (España) y el Northern Extended Millimeter Array (NOEMA), en Francia, así como un superordenador para combinar datos alojado en el Instituto Max Planck de Radioastronomía, en Alemania.

Este trabajo ha sido posible gracias al talento y esfuerzo de más de 300 investigadores e investigadoras de más de 80 instituciones de todo el mundo, los cuales conforman la Colaboración EHT. Sin duda, la contribución española ha sido crucial. Así, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)



Comparación de tamaño entre el agujero negro de la galaxia M87 y SgrA\*, en el centro de nuestra galaxia. Fuente: Colaboración EHT (gracias a Lia Medeiros).

un complejo método de interferometría de ondas de radio y tratamiento de datos por ordenador ha demostrado fehacientemente que se trata de un agujero negro de unos 4 millones de masas solares, cuyas características satisfacen los requerimientos de la Teoría General de la Relatividad General de Einstein. Es curioso señalar que, inicialmente, el mismísimo Einstein supuso que los

por un gran equipo investigador (más de trescientos integrantes) ya consiguió “fotografiar”, en 2019, otro agujero negro aún más masivo y lejano, conocido como M87\*, situado en el centro de la galaxia Messier 87 a una distancia de 55 millones de años-luz. Si “nuestro” agujero negro Sagitario A\* es un monstruo de cuatro millones de masas solares, aún parece “flaco” comparado con el M87\*, que es mil veces más pesado. Y, sin embargo, pese a su diferencia de tamaño y masa, ambos son bastante parecidos una vez se tiene en cuenta el factor de escala entre ellos, tal y como predice la teoría de Einstein.

Para conseguir las imágenes anteriores, los telescopios ópticos no son de utilidad, sino que se precisan

<sup>1</sup> Animamos a que los lectores nos hagan llegar noticias documentadas que la redacción pueda considerar y editar para esta sección. En el twitter de la RSEF, @RSEF\_ESP, se puede seguir a diario una extensión virtual de la sección, por medio de tuits con el hashtag #RSEF\_HLQ. Animamos a los lectores usar el hashtag y tuitear sus propios “Hemos leído que”!

ha coliderado la investigación internacional del EHT que ha conducido a la obtención de las imágenes de agujeros negros, mientras que la Universidad de Valencia ha llevado a cabo una parte fundamental en el análisis de los datos.

El equipo español que ha participado en este hallazgo está compuesto por José Luis Gómez, Antonio Fuentes, Rocco Lico, Guang-Yao Zhao, Ilje Cho, Thalia Traianou y Antxon Alberdi, en el IAA-CSIC; Iván Martí Vidal, Alejandro Mus y Rebecca Azulay, de la UV; y Miguel Sánchez Portal, Salvador Sánchez, Pablo Torné, Ignacio Ruiz, Santiago Navarro Fuentes e Ioannis Myserlis, de IRAM. Algunos son miembros de la RSEF.

Para complementar la información, citemos el otro gran descubrimiento reciente que confirma directamente la existencia de los agujeros negros y la validez de la Teoría de la Relatividad General de Einstein. Se trata de la **detección de las ondas gravitatorias producidas por la fusión de agujeros negros**, estrellas de neutrones o quizá incluso de objetos más exóticos como las estrellas de bosones. En este caso, los agujeros negros que se funden poseen unas masas (desde unas decenas a cientos de masas solares) muy inferiores a los supermasivos fotografiados. No obstante, la energía desprendida durante la fracción de segundo que dura su fusión es tan enorme que se generan ondas gravitatorias de tal intensidad que perturban la métrica del espacio al propagarse, como olas en un estanque al arrojar una piedra. Las ondas gravitatorias han sido y siguen siendo detectadas por la colaboración KAGRA-LIGO-Virgo y, sin duda, ambos métodos serán complementarios para entender mejor la física del universo en situaciones extremas.

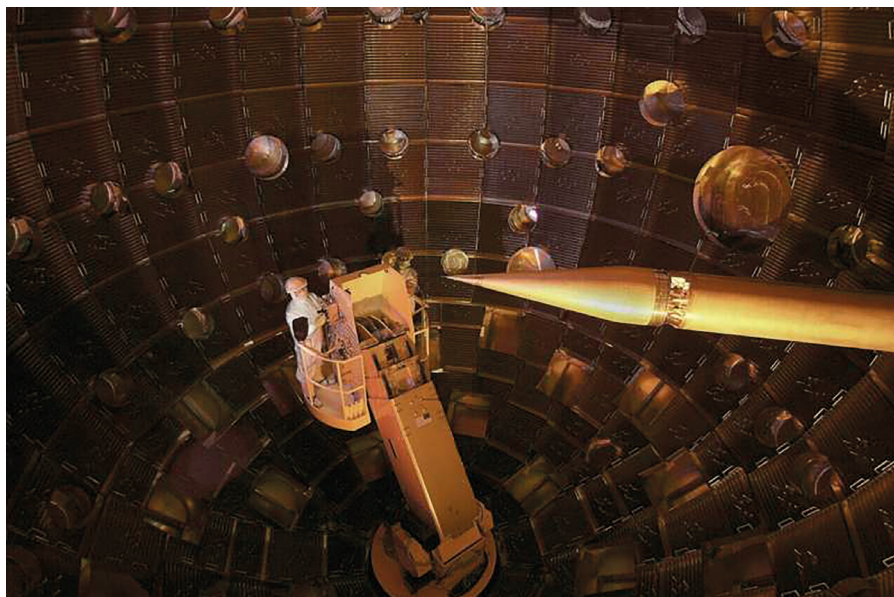
Podemos decir que los agujeros negros han sido “vistos” por el EHT y “oídos” por KAGRA-LIGO-Virgo. (<https://bit.ly/389ssN7> y <https://bit.ly/3G83Vof>)

¿Te has preguntado alguna vez **por qué las estrellas son como son?** ¿Por qué esas eternas bolas de fuego siguen ahí después de millones de años y no se han enfriado?

Si te lo has preguntado... déjame decirte que no eres la única. De hecho, no hay en la actualidad una razón cohe-

rente por la cual el gas de las estrellas continúa estando tan caliente. Por ello, un grupo de investigación del National Ignition Facility (Livermore, California)

túa una cápsula de deuterio-tritio, con el objetivo de obligar a esos átomos a fusionarse mediante ese descomunal aporte de energía. La otra estrategia es



Un técnico trabaja en la Instalación Nacional de Ignición. Los científicos utilizaron la matriz de 196 láseres para crear condiciones similares al gas caliente dentro de los gigantescos cúmulos de galaxias. Crédito: Instalación Nacional de Encendido.

ha decidido recrear las condiciones de una estrella para poder estudiarla en detalle. ¿Y cómo han hecho eso, te preguntarás? Pues enfocando 196 láseres de alta potencia en un pequeño *target*, para crear un plasma de alta temperatura y presión que reproduzca las condiciones del interior de la estrella. Así, estudian las colisiones de electrones, los campos magnéticos y la dinámica que se produce dentro de ellas.

Pero ¿por qué simular una estrella mediante luz? La respuesta es simple: no tenemos hoy la tecnología necesaria para poder crear semejantes condiciones mediante aporte de calor “tradicional”. Las condiciones dentro de una estrella es lo que llamamos plasma, gas a una temperatura que puede alcanzar los millones de grados y millares de atmósferas de presión.

En las últimas décadas, los plasmas han cobrado especial relevancia por ser la próxima energía limpia: al contrario que la fisión nuclear, cuyo objetivo es liberar energía “rompiendo” átomos; la fusión nuclear se basa justo en lo contrario, liberar energía obligando que dos átomos se unan.

De hecho, la misma tecnología de la que hablábamos (enfocar 196 láseres) se usa en las investigaciones de fusión inercial, en la que en ese *target* se si-

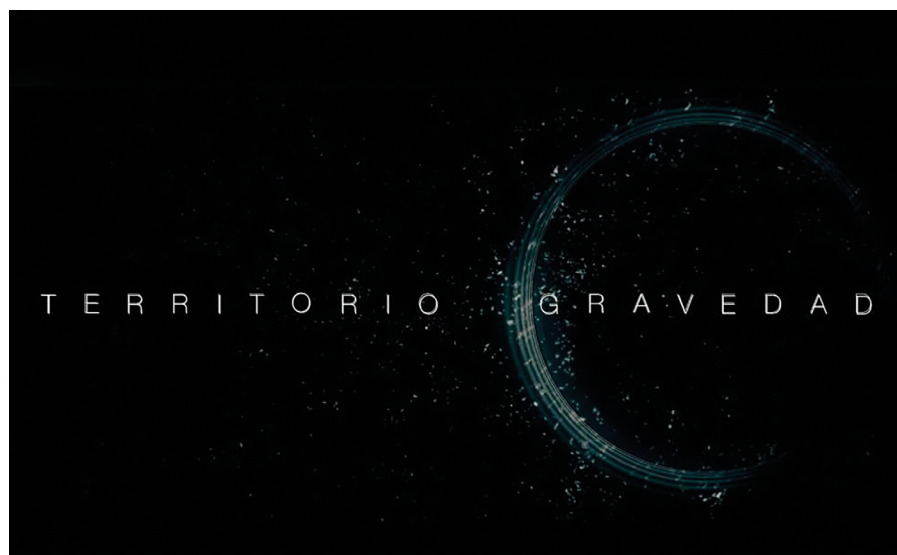
la **fusión magnética**, en la cual se generan potentes campos magnéticos que van acercando los átomos a distancias tan pequeñas que no tienen otra opción más que unirse. En ambos procesos se liberan increíbles cantidades de energía.

Sin embargo, no todos los plasmas son sinónimo de altísimas presiones y temperaturas. De hecho, también existen plasmas a presión atmosférica, e incluso de baja presión y temperatura, que implican diferentes procesos físicos, pero que se utilizan en multitud de aplicaciones: desinfección de superficies, deposición de materiales, bisturís quirúrgicos, soldaduras industriales, etc.

Y aunque estos plasmas no se generen mediante láser, en muchos casos sí se diagnostican mediante la óptica, puesto que es muy difícil físicamente acceder a ellos, al generarse en cámaras de vacío. Así, técnicas como la espectroscopía o la interferometría son extremadamente útiles para permitirnos obtener información de toda clase de plasmas.

Si queréis conocer más acerca del experimento del National Ignition Facility, os invitamos a leer la noticia completa en <https://bit.ly/3PCtMsv>. (Noticia redactada por Verónica González Fernández. Profesora Ayudante Doctora. Departamento de Óptica. UCM).





del guion científico, y Nacho Chueca como productor y realizador. La serie tiene como fin transmitir la belleza y la riqueza de las ideas que configuran la relatividad y la gravedad, utilizando como punto de partida la Teoría General de la Relatividad formulada por Einstein en 1915. Cada capítulo, de una hora de duración, cuenta con entrevistas a científicos internacionales —hay más de 60—, entre los que destaca la aparición de Kip Thorne, Rainer Weiss y Barry Barish, premiados con el Nobel en 2017 por la detección de las ondas gravitacionales, y científicos españoles como Toni Font o Alicia Sintès. Ha estrenado sus dos primeros capítulos en varias salas de España (Granada, Valencia y Madrid, entre otros) y se espera que a principios del año que viene esté disponible en su formato completo en alguna de las plataformas digitales para el disfrute de todo el público. (<https://bit.ly/3lxLCz5>).

**Territorio gravedad** (<https://bit.ly/3wEVwFL>) es una serie-documental audiovisual de divulgación científica de 13 capítulos donde nos ofrecen una visión del cosmos desde una perspectiva

diferente, y una explicación de qué es la gravedad y todas sus implicaciones. Está creada por Carlos Barceló, investigador en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), responsable



## XXXVIII REUNIÓN BIENAL DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA

Murcia, del 11 al 15 de julio de 2022  
<https://www.um.es/fisica/bienal-2022/>



Real  
Sociedad  
Española de  
Física

