

Madrid, miércoles 10 de abril de 2019

Astrónomos captan la primera imagen de un agujero negro

- Astrónomos españoles del CSIC, el Instituto Geográfico Nacional, el Instituto de Radioastronomía Milimétrica y la Universidad de Valencia han participado en este trabajo
- Este estudio internacional supone un cambio de paradigma en las observaciones del agujero negro supermasivo situado en el centro de la galaxia Messier 87

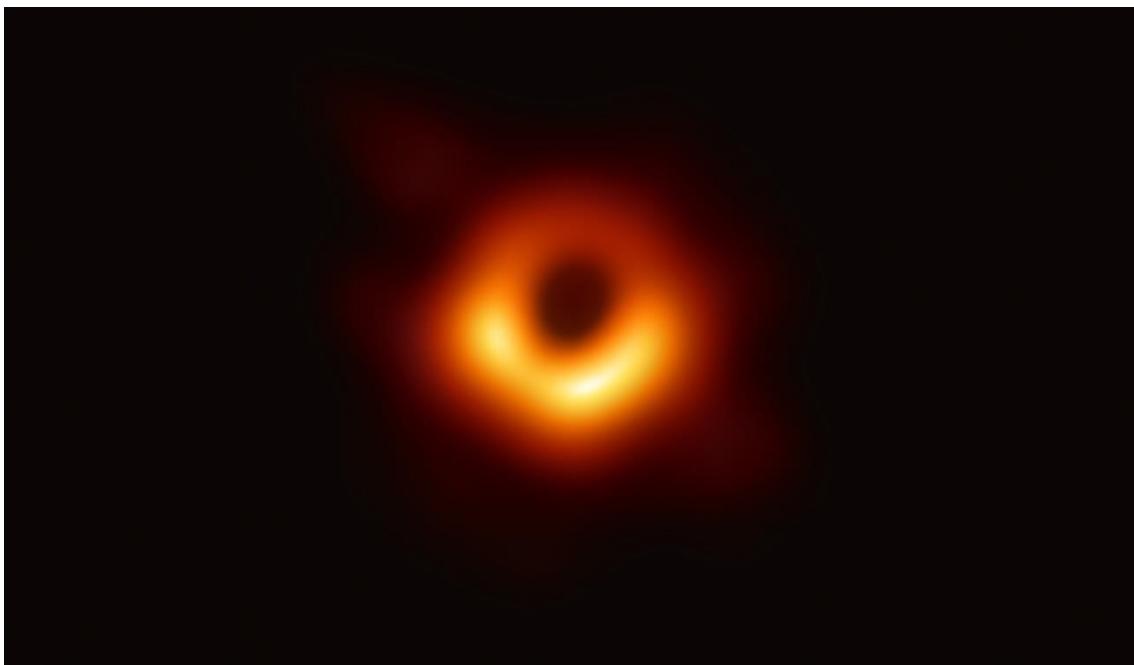


Imagen del agujero negro situado en el centro de la galaxia M87, rodeado por una emisión de gas caliente arremolinándose a su alrededor bajo la influencia de una fuerte gravedad bajo su horizonte de sucesos. / EHT

El Telescopio Horizonte de Sucesos (EHT por sus siglas en inglés), un telescopio de escala planetaria, constituido por ocho radiotelescopios y forjado gracias a una colaboración internacional, fue diseñado con el objetivo de capturar las primeras imágenes de agujeros negros. En una serie de conferencias de prensa internacionales simultáneas celebradas hoy miércoles, 10 de abril, por todo el planeta, investigadores

del EHT han revelado que han tenido éxito y han mostrado la primera evidencia visual directa de un agujero negro supermasivo y de su sombra.

Este hito aparece anunciado en una serie de seis artículos científicos publicados hoy en una edición especial de la revista *Astrophysical Journal Letters*. La imagen muestra el agujero negro en el centro de Messier 87 (M87) [1], una galaxia masiva situada en el cercano cúmulo de galaxias Virgo. Este agujero negro se encuentra a 55 millones de años luz de la Tierra y es 6.500 millones de veces más masivo que el Sol [2].

El EHT conecta las señales de los radiotelescopios, repartidos por todo el planeta, para formar un telescopio virtual del tamaño de la Tierra con una sensibilidad y resolución sin precedentes [3]. El EHT es el resultado de años de colaboración internacional y ofrece a los científicos una nueva forma de estudiar los objetos más extremos del Universo predichos por la relatividad general de Einstein, un siglo después del histórico experimento que confirmó esta teoría por primera vez [4].

“Hemos tomado la primera imagen de un agujero negro”, ha dicho el director del EHT, Sheperd S. Doeleman, del Center for Astrophysics Harvard & Smithsonian (Estados Unidos). “Se trata de un hito histórico en astronomía obtenido por un equipo de más de 200 investigadores”, ha añadido.

Los agujeros negros son objetos cósmicos extraordinarios, de una enorme masa, pero extremadamente compactos. La presencia de estos objetos afecta a su entorno de forma extrema, curvando el espaciotiempo y sobrecalentando cualquier material colindante.

“Cuando se encuentra inmerso en una región brillante, como un disco de gas incandescente, esperamos que un agujero negro genere una región oscura similar a la de una sombra, algo ya predicho por la relatividad general de Einstein que nunca habíamos visto hasta ahora”, ha explicado el director del consejo científico del EHT, Heino Falcke, de la Universidad de Radboud (Países Bajos). “Esta sombra, causada por la curvatura gravitacional y la absorción de luz por el horizonte de sucesos, revela mucho sobre la naturaleza de esos fascinantes objetos y nos ha permitido medir la colosal masa del agujero negro de la galaxia M87”, ha detallado.

Múltiples observaciones independientes del EHT, analizadas cada una con distintos métodos de reconstrucción de imágenes, han revelado una estructura en forma de anillo con una región oscura central: la sombra del agujero negro.

“Una vez seguros de que habíamos captado la sombra, pudimos comparar nuestras observaciones con una amplia serie de simulaciones por ordenador que incluyen la física del espacio curvo, la materia sobrecalentada y los potentes campos magnéticos alrededor del agujero negro. Muchas de estas características de la imagen observada concuerdan sorprendentemente bien con nuestras predicciones teóricas”, destaca Paul T.P. Ho, miembro del consejo de EHT y director del East Asian Observatory [5]. “Esto reafirma nuestra interpretación teórica de las observaciones, incluida la estimación de la masa del agujero negro”.

La creación del EHT ha supuesto un reto formidable, que requirió modernizar y conectar una red mundial de ocho telescopios ya existentes situados en zonas remotas a una gran altitud. Estas localizaciones incluyen volcanes en Hawái (Estados Unidos) y México, montañas en Arizona (Estados Unidos) y Sierra Nevada (Granada, España), el desierto chileno de Atacama y la Antártida.

Las observaciones del EHT emplean una técnica denominada interferometría de muy larga base (VLBI por sus siglas en inglés), la cual sincroniza telescopios por todo el mundo y aprovecha la rotación de la Tierra para formar un gigantesco telescopio virtual del tamaño de nuestro planeta. Observando a una longitud de onda de 1,3 milímetros y gracias a la técnica VLBI, el EHT alcanza una resolución angular de sólo 20 microsegundos de arco, suficiente para poder leer un periódico en Nueva York desde una cafetería en París [6].

Los telescopios que se han empleado para la obtención de estos resultados son: Atacama Large Millimeter/submillimeter Array ([ALMA](#)), Atacama Pathfinder EXperiment ([APEX](#)), ambos en Chile; el [telescopio del Instituto de Radioastronomía Milimétrica \(IRAM\) 30 metros](#) en Sierra Nevada (Granada, España); el [James Clerk Maxwell Telescope](#), en Hawái (Estados Unidos); el [Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano](#) (México), el [Submillimeter Array](#) (Hawái), el [Submillimeter Telescope](#), en Arizona (Estados Unidos), y el [South Pole Telescope](#), en la Antártida [7].

La puesta en marcha del EHT y las observaciones que se han anunciado hoy suponen la culminación de décadas de trabajo observational, técnico y teórico. Este ejemplo de trabajo en equipo global ha requerido la estrecha colaboración de investigadores de todo el mundo. 13 instituciones asociadas han trabajado para crear el EHT, empleando infraestructuras ya existentes y financiación extra obtenida de una gran variedad de agencias, entre las que se encuentran la US National Science Foundation (NSF), el European Research Council (ERC) y agencias financieras de Asia.

Varios astrónomos españoles han participado en este hito científico. José Luis Gómez, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), ha desarrollado uno de los tres algoritmos usados para la reconstrucción de las imágenes de la sombra del agujero negro en M87. Además, Gómez es uno de los coordinadores del artículo científico, publicado hoy, donde se presentan y analizan estas imágenes.

Antxon Alberdi, director del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), lidera investigaciones sobre la formación de chorros relativistas a partir del acrecimiento en torno a agujeros negros supermasivos. Iván Martí-Vidal, del Instituto Geográfico Nacional (IGN), diseñó los algoritmos que permitieron combinar los datos de ALMA (el elemento más sensible del EHT) con el resto de radiotelescopios; es además coordinador del grupo de polarimetría (cuyo principal objetivo es estudiar el papel de los campos magnéticos en las proximidades del agujero negro).

Miguel Sánchez-Portal (director del Instituto de Radioastronomía Milimétrica –IRAM), Salvador Sánchez e Ignacio Ruiz (ingenieros), Pablo Torné (investigador) y Rebecca Azulay (Universidad de Valencia) han participado en la organización, configuración del

equipamiento técnico y en la realización de las observaciones desde el radiotelescopio IRAM 30 metros en Sierra Nevada, Granada.

“El Telescopio Horizonte de Sucesos ha transformado nuestra visión de los agujeros negros de un concepto matemático en algo real que puede ser estudiado a través de repetidas observaciones astronómicas”, ha comentado Gómez.

“Hemos logrado algo que parecía simplemente imposible hace tan sólo una generación”, ha concluido Doeleman. “Los avances tecnológicos y la puesta en marcha de nuevos radiotelescopios durante la última década han permitido a nuestro equipo crear este nuevo instrumento, diseñado para ver lo invisible”.

Notas

[1] La sombra de un agujero negro es lo más cercano a lo que podemos llegar de obtener una imagen de un agujero negro en sí, un objeto completamente oscuro del cual ni siquiera la luz puede escapar. El borde del agujero negro -el horizonte de sucesos del cual el EHT toma su nombre- es unas 2,5 veces menor que la sombra que proyecta y tiene un tamaño algo menor de 40.000 millones de kilómetros.

[2] Los agujeros negros son objetos relativamente pequeños, lo que ha hecho que sea imposible observarlos hasta ahora. Como el tamaño de un agujero negro es proporcional a su masa, cuanto más masivo es el agujero negro, más grande es su sombra. Gracias a su gigantesca masa y relativa proximidad, se estimó que el agujero negro en Messier 87 (M87) es uno de los más grandes que podemos observar desde la Tierra, convirtiéndolo en un objetivo perfecto para el EHT.

[3] Aunque los telescopios no están físicamente conectados, es posible sincronizar la señal grabada usando relojes atómicos (máser de hidrógeno) que, de manera precisa, etiquetan con una marca temporal los datos obtenidos. Estas observaciones se realizaron a una longitud de onda de 1,3 milímetros durante la campaña observacional del EHT en 2017. Cada telescopio del EHT produce una enorme cantidad de datos -unos 350 terabytes por día- grabada en discos duros de alto rendimiento llenos de helio. Los datos son posteriormente enviados a superordenadores especializados -conocidos como correladores- en el [Max Planck Institute for Radio Astronomy](#) y [MIT Haystack Observatory](#), que los combinan para finalmente obtener una imagen.

[4] Hace 100 años, dos expediciones partieron de la isla de Príncipe, frente a la costa africana, y de Sobral, en Brasil, para observar el eclipse solar de 1919. El objetivo era poner a prueba por primera vez la teoría de la relatividad general midiendo si la luz de las estrellas se desviaba al pasar por los alrededores solares, tal y como predijo Einstein. Emulando esas observaciones, miembros del equipo del EHT han visitado algunas de las instalaciones radioastronómicas más remotas para poner a prueba de nuevo nuestro entendimiento de la gravedad.

[5] El East Asian Observatory (AO) es un socio del EHT que representa la participación de varias regiones asiáticas, incluidas China, Japón, Corea, Taiwán, Vietnam, Tailandia, Malasia, India e Indonesia.

[6] Futuras observaciones del EHT contarán con un aumento significativo de la sensibilidad gracias a la participación de [IRAM NOEMA Observatory](#), [Greenland Telescope](#) y [Kitt Peak Telescope](#).

[7] [ALMA](#) es un consorcio formado por el European Southern Observatory (ESO; Europa, representando los estados miembros), la US National Science Foundation (NSF), y los National Institutes of Natural Science (NINS) de Japón, junto con el National Research Council (Canadá), el Ministry of Science and Technology (MOST; Taiwán), Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA; Taiwán), y Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI; República de Corea), en cooperación con la República de Chile. [APEX](#) está operado por [ESO](#), el [telescopio IRAM 30-metros](#) está operado por [IRAM](#) (las organizaciones socias de IRAM son MPG, Alemania; CNRS, Francia; y el IGN, España),

el [James Clerk Maxwell Telescope](#) está operado por el [EAO](#), el [Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano](#) está operado por [INAOE](#) y [UMass](#), el [Submillimeter Array](#) está operado por [SAO](#) y [ASIAA](#) y el [Submillimeter Telescope](#) está operado por el Arizona Radio Observatory (ARO). El [South Pole Telescope](#) está operado por la [University of Chicago](#) con instrumentación especializada proporcionada por la [University of Arizona](#).

Artículos en *Astrophysical Journal Letters*:

- Paper I: [The Shadow of the Supermassive Black Hole](#)
- Paper II: [Array and Instrumentation](#)
- Paper III: [Data processing and Calibration](#)
- Paper IV: [Imaging the Central Supermassive Black Hole](#)
- Paper V: [Physical Origin of the Asymmetric Ring](#)
- Paper VI: [The Shadow and Mass of the Central Black Hole](#)

CSIC Comunicación