

## La Imagen del Agujero Negro en el Corazón de Messier 87.

Por Karen Macías.

Egresada del Segundo TCJCampeche 2014

La obtención de la primera imagen de un agujero negro ha sido el tema de conversación más hablado en las últimas 24 horas, pero pocas veces nos damos a la tarea de analizar realmente la suma importancia de un suceso histórico como éste.

Durante las últimas dos décadas la ciencia ha dado avances increíbles, el descubrimiento del bosón de Higgs por el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN, la detección de ondas gravitacionales por LIGO, y ahora la captura de la primera imagen de un agujero negro por el Telescopio del Horizonte de Eventos (Event Horizon Telescope, EHT).

El EHT es una colaboración internacional que trabaja en conjunto con ocho radiotelescopios terrestres: ALMA, APEX, el Telescopio de 30 metros IRAM, el Observatorio IRAM NOEMA, el Telescopio James Clerk Maxwell (JCMT), el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (LMT), el Arreglo Submilimétrico (SMA), el Telescopio Submilimétrico (SMT), el Telescopio del Polo Sur (SPT), el Telescopio Kitt Peak, y el Telescopio Greenland (GLT).



Figura 1. Mapa del EHT. Figura obtenida de la colaboración del EHT.

Este arreglo de radiotelescopios del tamaño de la Tierra forma el EHT. Más de 200 investigadores de 59 instituciones en 20 países forman el equipo necesario para llevar a cabo una colaboración internacional como ésta.

Un telescopio tan grande fue necesario para capturar la primera imagen de un hoyo negro por diferentes motivos. En primer lugar, el agujero negro capturado se encuentra en el corazón de la galaxia Messier 87 (M87) a 55 años luz de la Tierra, el tamaño del Sistema Solar entre el Sol y la Nube de Oort es de aproximadamente 1 año luz, ¡por lo que se necesitan 55 Sistemas Solares seguidos para llegar allá! Aunque esta es una distancia enorme, es relativamente cercana a la Tierra comparada con la inmensidad de galaxias lejanas en el Universo. En segundo lugar, el tamaño del agujero negro supermasivo M87 es lo suficientemente grande como para poder ser visto, ¡su masa es equivalente a la masa de 6.5 mil millones de soles! Como la masa de un agujero negro es proporcional a su tamaño, entre más masivo, más grande su sombra. Estas dos razones hicieron de M87 un excelente candidato para capturarlo con el EHT.

¿Has leído con atención las últimas líneas? He mencionado que es importante su tamaño porque entre más masa, más grande su sombra. Así es, lo que realmente se puede percibir de un agujero negro es su sombra. Un agujero negro es la manifestación más extrema de la gravedad ya que su masa es tan inmensa que curva el espacio-tiempo creando una singularidad, como lo fue predicho en la teoría de la Relatividad General de Einstein en 1915. Absolutamente nada, inclusive la luz, puede salir de él. La luz comprende desde rayos gamma hasta ondas de radio, y captando luz es cómo funcionan los telescopios, por lo que es imposible explorar de esta forma el interior de un hoyo negro.

Pero un agujero negro tiene una particular estructura, conforme te alejas de la singularidad la atracción gravitacional es menor hasta que se llega a una división en donde la gravedad no es tan fuerte como para atrapar en su interior lo que haya en su camino, esta división es el horizonte de eventos y fuera de este si es posible capturar luz que rodee al agujero negro. El anillo de luz es causado por el material caliente que rota alrededor del hoyo negro por la misma razón que los planetas giran alrededor del Sol, por acción de la gravedad. La zona oscura que se aprecia tapando el fondo de luz es la sombra que se puede percibir (ver fig. 2) y de ahí el nombre de Telescopio del Horizonte de Eventos.

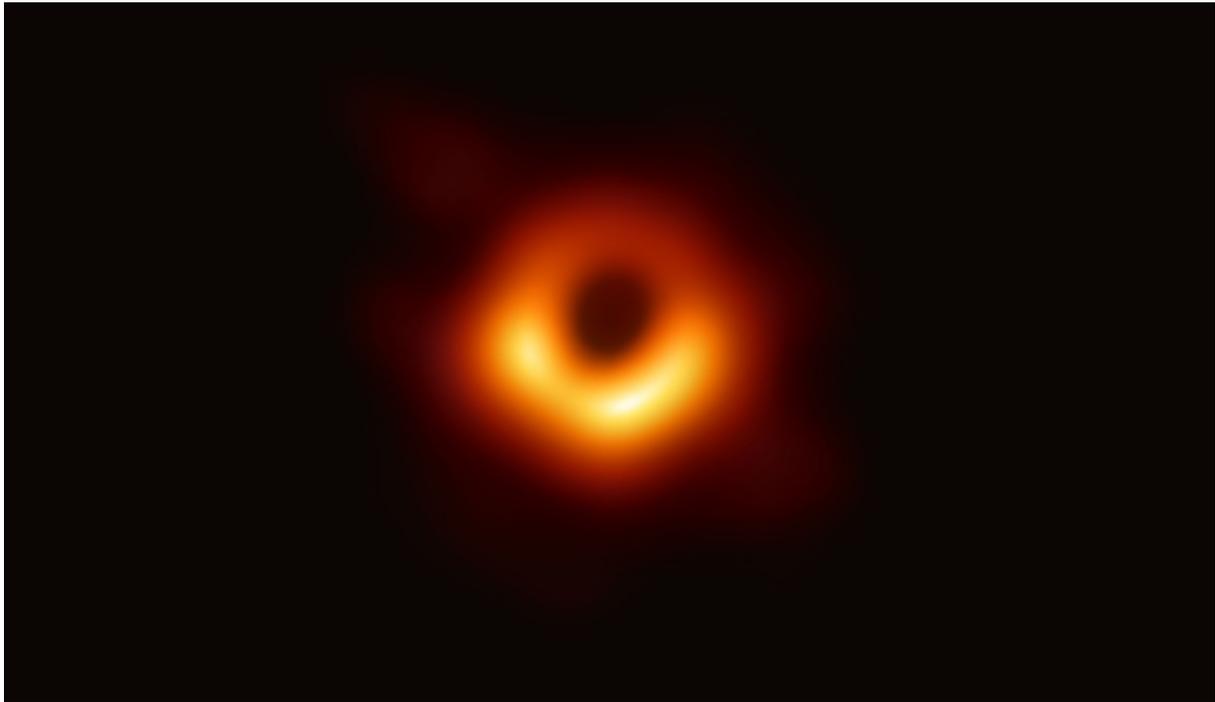


Figura 2. Sombra del Agujero Negro M87. Obtenido de la colaboración del EHT.

Esta imagen es de extrema importancia ya que es la primera observación directa que se ha obtenido de un agujero negro y con ella se puede probar la física fundamental que lo gobierna como lo es la Relatividad General, pero recrear esta imagen a partir de las señales recibidas por los radiotelescopios no es un trabajo sencillo.

Para reconstruir la imagen se necesitó de un algoritmo, el cual fue diseñado por la ahora doctora, y en ese entonces estudiante de doctorado en Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación en el MIT, Katie Bouman. El algoritmo se encarga de completar la imagen tomada por los radiotelescopios, ya que estos no cubren en su totalidad la superficie de la Tierra como para tener suficiente área para tomar una imagen completa del agujero negro. Hay muchas reconstrucciones de la imagen que son compatibles con las señales de los telescopios, por lo que la otra función del algoritmo es encontrar la imagen que más se parezca a lo que otras predicciones y observaciones dicen de cómo debe lucir el hoyo negro.

La colaboración internacional y multidisciplinaria de un proyecto tan ambicioso como lo es el EHT es lo que ha hecho que el telescopio de resultados tan prósperos como los esperados, el avance de la ciencia es fundamental para el avance de la humanidad y este evento histórico es un recordatorio de lo que es posible cuando se trabaja en conjunto.

## **Referencias.**

TED. How to take a picture of a black hole | Katie Bouman. YouTube. 28 Abril, 2017. Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=BlvezCVcsYs>

Sitio oficial del Event Horizon Telescope. <https://eventhorizontelescope.org/>

## **Artículos científicos.**

First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L1

First M87 Event Horizon Telescope Results. II. Array and Instrumentation. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L2

First M87 Event Horizon Telescope Results. III. Data Processing and Calibration. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L3

First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L4

First M87 Event Horizon Telescope Results. V. Physical Origin of the Asymmetric Ring. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L5

First M87 Event Horizon Telescope Results. VI. The Shadow and Mass of the Central Black Hole. The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.* 2019 *ApJL* **875** L6