

Superando los límites: Descubrimiento de fotones de muy alta energía provenientes de un brote de rayos gamma

El hallazgo, descubierto por los telescopios MAGIC, y en el que han participado los investigadores del Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica de la Facultad de Físicas UCM, ha sido publicado en la revista Nature

Madrid, 21 de noviembre de 2019.- Los brotes de rayos gamma (GRB, "gamma ray bursts" en inglés) son las explosiones más violentas en el universo y aparecen repentinamente en el cielo, aproximadamente una vez al día. Se cree que son el resultado del colapso de estrellas masivas o de la fusión de estrellas de neutrones en galaxias distantes. Comienzan con un destello inicial muy brillante, llamado emisión rápida, con una duración que varía desde una fracción de segundo hasta cientos de segundos. Esta emisión rápida se acompaña de una post-luminiscencia, una emisión más débil pero más duradera, en un amplio rango de longitudes de onda. El primer GRB detectado por los telescopios MAGIC, conocido como GRB 190114C, revela los fotones de mayor energía detectados hasta ahora provenientes de estos objetos.

Esta observación sin precedentes aporta nuevos indicios para comprender los procesos físicos que suceden en los GRB, los cuales aún son un misterio. Los fotones detectados por MAGIC deben originarse a partir de un proceso hasta ahora no observado en la fase de post-luminiscencia del GRB, claramente distinto del proceso físico responsable de su emisión a energías más bajas.

Estos resultados se han publicado en dos artículos en la revista Nature el 21 de noviembre de 2019 (DOI: [10.1038/s41586-019-1750-x](https://doi.org/10.1038/s41586-019-1750-x) y [10.1038/s41586-019-1754-6](https://doi.org/10.1038/s41586-019-1754-6))

DetECCIÓN de MAGIC y observaciones en múltiples longitudes de onda

El 14 de enero de 2019, dos satélites espaciales descubrieron independientemente un GRB: el Neil Gehrels Swift Observatory y el Fermi Gamma-ray Space Telescope. Al brote se le llamó GRB 190114C, y en 22 segundos, sus coordenadas en el cielo se distribuyeron en forma de alerta electrónica a los astrónomos de todo el mundo, incluida la Colaboración MAGIC, que opera dos telescopios Cherenkov de 17 metros de diámetro ubicados en La Palma, España. Dado que los GRB aparecen en lugares impredecibles en el cielo y luego se desvanecen rápidamente, su observación por telescopios como MAGIC requiere una estrategia de seguimiento dedicada. Un sistema automático procesa en tiempo real las alertas de GRB que envían los satélites y hace que los telescopios MAGIC apunten rápidamente a la posición del cielo donde se ha producido el GRB. María Victoria Fonseca, presidenta de la Junta de la Colaboración MAGIC destaca: "Los telescopios fueron diseñados para ser muy livianos y poder moverse rápidamente. A pesar de

Gabinete de Comunicación

Avenida de Séneca, 2. 28040 Madrid

Teléfono: 91 394 36 06/+34 609 631 142

gprensa@ucm.es www.ucm.es



pesar 64 toneladas cada uno, pueden rotar 180 grados en sólo 25 segundos. Gracias a esto, MAGIC empezó a observar GRB 190114C sólo 50 segundos después de su comienzo".

El análisis de los datos recogidos durante las primeras decenas de segundos revela la emisión de fotones en la post-luminiscencia que alcanzan energías de teraelectronvoltios (TeV), un billón de veces más energéticos que la luz visible. Durante este tiempo, la emisión de fotones TeV del GRB 190114C fue 100 veces más intensa que la fuente estable más brillante conocida en estas energías, la Nebulosa del Cangrejo. Así, el GRB 190114C pasó a ostentar el récord de ser la fuente más brillante conocida de fotones TeV. Como se esperaba para la post-luminiscencia de los GRB, la emisión se desvaneció rápidamente con el tiempo, igual que la post-luminiscencia ya observada a energías más bajas. Los últimos destellos fueron vistos por MAGIC media hora después.

Por primera vez, la Colaboración MAGIC anunció la detección inequívoca de fotones TeV de un GRB a la comunidad internacional de astrónomos sólo unas horas después de las alertas enviadas por los satélites, después de una cuidadosa verificación de los datos preliminares. Esto facilitó una extensa campaña de observaciones en múltiples longitudes de onda del GRB 190114C, con la contribución de más de dos docenas de observatorios e instrumentos, proporcionando una cobertura completa de este GRB desde la banda de radio hasta las energías TeV. En particular, las observaciones ópticas permitieron medir la distancia que han viajado los fotones desde que se generaron en el GRB 190114C, aproximadamente 4.5 mil millones de años luz.

Los fotones de mayor energía ponen en evidencia un proceso de emisión adicional

Aunque la emisión TeV en la post-luminiscencia de los GRB se había predicho en algunos estudios teóricos, nunca antes se había confirmado experimentalmente, a pesar de numerosos esfuerzos en las últimas décadas con varios instrumentos, incluido MAGIC. ¿Qué mecanismo físico está detrás de la producción de los fotones TeV finalmente detectados por MAGIC? Las energías son mucho más altas de lo que se puede esperar de la radiación sincrotrón, causada por los electrones de alta energía en movimiento dentro de campos magnéticos. Este proceso se considera responsable de la emisión que se había observado anteriormente a energías más bajas en la post-luminiscencia de los GRB. "La noche que detectamos el GRB 190114C, estaba en la sala de control de los telescopios MAGIC. Desde el primer momento, nos dimos cuenta que los fotones que íbamos viendo pasaban el límite de la radiación de sincrotrón. Estos nuevos resultados, junto con los numerosos datos en múltiples longitudes de onda, proporcionan la primera evidencia inequívoca de un proceso de emisión adicional y distinto en la post-luminiscencia." explica Elena Moretti, astrofísica de la comunidad española y una de las autoras principales de los resultados. El análisis de los datos indica que el candidato preferido es el llamado proceso inverso de Compton, donde los electrones de alta energía colisionan con la población de fotones existentes, haciéndolos más energéticos.

"Después de más de 50 años desde que se descubrieron los GRB, muchos de sus aspectos fundamentales siguen siendo un misterio", comenta Razmik Mirzoyan, el portavoz de la Colaboración MAGIC. "El descubrimiento de la emisión de rayos gamma en el GRB 190114C en la banda TeV del espectro electromagnético muestra que los GRB son aún más potentes de lo que se pensaba. La riqueza de los datos del GRB 190114C adquiridos por MAGIC y las extensas observaciones de seguimiento en múltiples longitudes de onda, ofrecen pistas importantes para desentrañar algunos de los misterios relacionados con los procesos físicos que suceden en los GRB".

Un estudio comparativo de todas las observaciones anteriores de GRB por MAGIC sugiere que el GRB 190114C no fue un evento particularmente único, excepto por su relativa proximidad (a unos 4.5 mil millones de años luz de la Tierra), y que la detección exitosa se debe al excelente rendimiento del instrumento. Con la detección del GRB 190114C, MAGIC abre una nueva ventana para estudiar los GRB. Todo indica que se pueden detectar muchos más GRB en las energías del TeV y facilitar el camino para una comprensión mucho más profunda de estas fascinantes explosiones cósmicas.

La comunidad española participa en MAGIC desde sus inicios. Actualmente son miembros de MAGIC el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), la Universidad de Barcelona (UB) y la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Además, el centro de datos de MAGIC es el Port d'Informació Científica (PIC), una colaboración del IFAE y el CIEMAT.

El papel de la Complutense

Investigadores del departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (EMFTE) de la UCM tienen un papel relevante en MAGIC. En particular, el Grupo de Altas Energías (<http://www.gae.ucm.es>) ha sido pionero en el campo de la Física de Astropartículas en España. Desde 1987 el grupo contribuye a construir detectores para este tipo de radiaciones en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) en la isla canaria de La Palma. Ha participado en los experimentos HEGRA, MAGIC (AUGER, en Argentina) y está involucrado en CTA (cuya sede Norte se construirá también en el ORM) y Fermi-LAT. En la actualidad, la participación del grupo en el proyecto MAGIC abarca desde análisis de datos con objetivos físicos (un ejemplo del cual es el trabajo al que se refiere esta nota de prensa) hasta desarrollos instrumentales y de software.

Más información sobre MAGIC, la observación del GRB y los resultados relacionados: **María Victoria Fonseca**, presidenta de la Junta de la Colaboración MAGIC y catedrática de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Mail: fonseca@fis.ucm.es

Gabinete de Comunicación

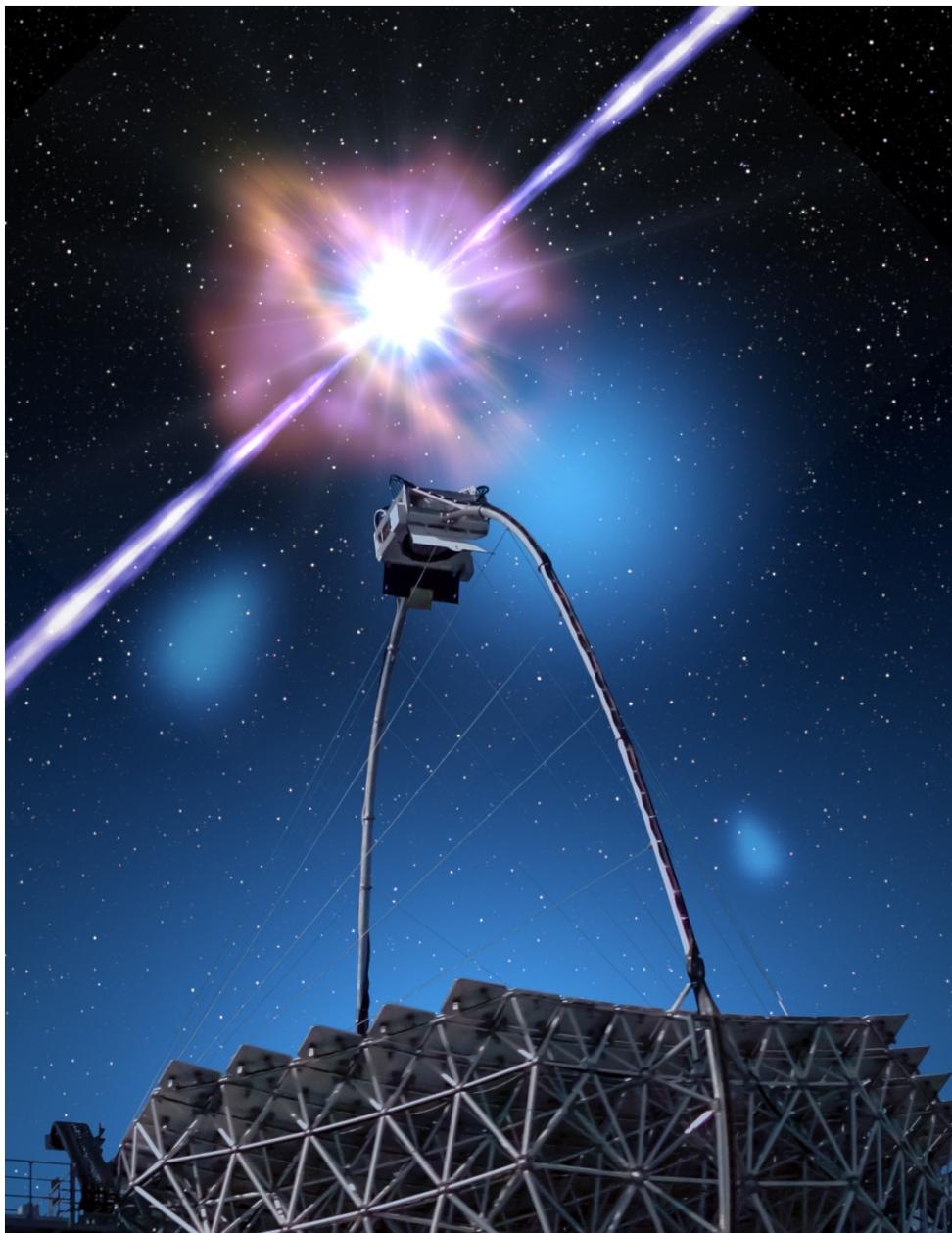
Avenida de Séneca, 2. 28040 Madrid

Teléfono: 91 394 36 06/+34 609 631 142

gprensa@ucm.es www.ucm.es



Elena Moretti, coordinadora de fuentes transitorias de la Colaboración MAGIC e investigadora del Instituto de Física de Altas Energías, Bellaterra, España. Mail: moretti@ifae.es



Representación artística de la observación de un GRB por parte de los telescopios MAGIC.
Crédito: Gabriel Pérez Díaz, IAC.

Gabinete de Comunicación

Avenida de Séneca, 2. 28040 Madrid
Teléfono: 91 394 36 06/+34 609 631 142
gprensa@ucm.es www.ucm.es

