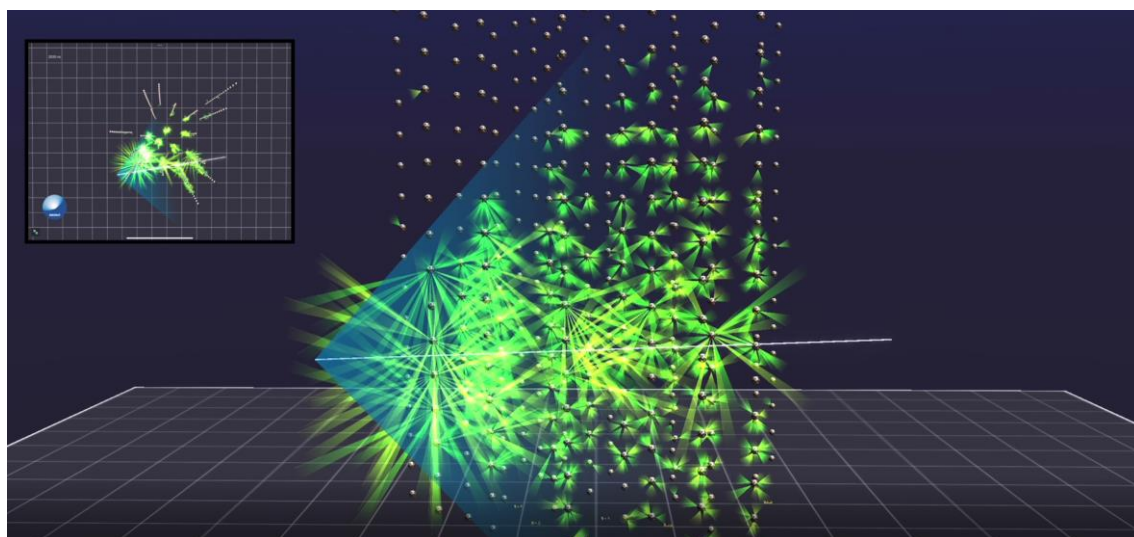


El detector KM3NeT sumergido en el Mediterráneo 'atrapa' el neutrino de mayor energía jamás observado

- Una colaboración internacional con participación del CSIC informa hoy en 'Nature' de la detección de esta elusiva partícula elemental, extremadamente difícil de observar y de origen desconocido
- El hallazgo muestra el potencial de este experimento para estudiar el cosmos a través de los neutrinos, la segunda partícula más abundante del universo tras la luz



Recreación de la captación por los detectores de KM3NeT de la luz Cherenkov emitida por la interacción del neutrino. / KM3NeT Collaboration.

La colaboración internacional que opera el experimento KM3NeT, un potente telescopio sumergido en las profundidades del Mediterráneo, publica hoy en *Nature* la detección del neutrino de mayor energía nunca antes captado por un experimento similar. El hallazgo, portada de la prestigiosa revista, proporciona la primera evidencia de que neutrinos de energías tan altas se producen en el universo, aunque su origen aún es una incógnita. En KM3NeT participan varios grupos científicos españoles, entre ellos el

Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València, y la Unidad Mixta del Instituto Español de Oceanografía del CSIC y la Universitat Politècnica de València.

El 13 de febrero de 2023, el detector ARCA del telescopio submarino de neutrinos KM3NeT detectó un extraordinario evento asociado a un neutrino de una energía estimada en unos 220 PeV (220.000 billones de electronvoltios, mucho mayor que las partículas que produce el LHC del CERN). Este evento, llamado KM3-230213A, es el neutrino más energético jamás observado hasta la fecha, y proporciona la primera evidencia de que neutrinos de energías tan altas se producen en el Universo. Después de un largo y meticuloso trabajo para analizar e interpretar los datos, la colaboración de KM3NeT informa hoy de los detalles de este hallazgo en un artículo publicado en *Nature*.

El evento detectado se identificó como un muon (una partícula elemental emparentada con el electrón) que atravesó todo el detector, produciendo señal en más de un tercio de los sensores. La inclinación de su trayectoria junto con su enorme energía proporciona pruebas convincentes de que el muon se originó a partir de un neutrino cósmico que interactuó en las proximidades del detector.

“KM3NeT ha comenzado a explorar un rango de energía y sensibilidad donde los neutrinos detectados pueden ser producidos en fenómenos astrofísicos extremos. Esta primera detección de un neutrino de cientos de PeV abre un nuevo capítulo en la astronomía de neutrinos y una nueva ventana de observación del universo”, comenta **Paschal Coyle**, portavoz de KM3NeT en el momento de la detección e investigador del Centro de Física de Partículas IN2P3/CNRS de Marsella (Francia).

Neutrinos, las partículas elementales más misteriosas

El universo de alta energía es el reino de eventos colosales como los agujeros negros supermasivos, las explosiones de supernovas y los estallidos de rayos gamma, sucesos que todavía no se comprenden completamente. Estos poderosos aceleradores cósmicos generan flujos de partículas llamadas rayos cósmicos, que pueden interactuar con la materia de alrededor produciendo neutrinos y fotones. Durante su viaje por el universo, los rayos cósmicos más energéticos pueden interactuar con los fotones de la radiación de fondo de microondas, la primera luz tras el origen del cosmos, para producir neutrinos extremadamente energéticos, llamados cosmogénicos.

“Los neutrinos son una de las partículas elementales más misteriosas. No tienen carga eléctrica, casi no tienen masa e interactúan débilmente con la materia. Son mensajeros cósmicos especiales, que nos proporcionan información única sobre los mecanismos involucrados en los fenómenos más energéticos y nos permiten explorar los confines más lejanos del universo”, explica **Rosa Coniglione**, portavoz adjunta de KM3NeT en el momento de la detección e investigadora en el Instituto Nacional de Física Nuclear (INFN) de Italia.

Aunque son la segunda partícula más abundante del universo después de los fotones que forman la luz, su interacción extremadamente débil con la materia los hace muy difíciles de detectar, y requiere de detectores enormes. El telescopio de neutrinos KM3NeT, actualmente en construcción, es una gigantesca infraestructura en el fondo del mar consistente en dos detectores, ARCA y ORCA. KM3NeT utiliza el agua del mar como medio de interacción para detectar los neutrinos. Sus módulos ópticos de alta tecnología detectan la luz Cherenkov, un resplandor azulado que genera la propagación en el agua de partículas ultra-relativistas resultantes de las interacciones con neutrinos.

Este neutrino de ultra alta energía puede tener su origen directamente en un potente acelerador cósmico. Alternativamente, podría ser la primera detección de un neutrino cosmogénico. Sin embargo, basándose en este único neutrino, es difícil llegar a conclusiones sobre su origen, aseguran los científicos de la colaboración. Las futuras observaciones se centrarán en detectar más eventos de este tipo para construir una imagen más clara. La expansión en curso de KM3NeT con unidades de detección adicionales y la adquisición de nuevos datos mejorarán su sensibilidad y aumentarán su capacidad para identificar fuentes de neutrinos cósmicos, convirtiendo a KM3NeT en un actor principal en la astronomía multimensajero.

Participación española en KM3NeT

La colaboración KM3NeT reúne a más de 360 científicos, ingenieros, técnicos y estudiantes de 68 instituciones de 22 países de todo el mundo. En España participan el Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto del CSIC y la Universitat de València; la Unidad Mixta del Instituto Español de Oceanografía (IEO) del CSIC y la Universitat Politècnica de València (UPV); el IGIC de la Universitat Politècnica de València; la Universidad de Granada; y el LAB de la Universitat Politècnica de Catalunya.

La participación española en los telescopios de neutrinos data de hace casi tres décadas, cuando un pequeño grupo de investigadores del IFIC se unieron a la iniciativa de construir el primer telescopio de neutrino submarino, ANTARES, que empezó a tomar datos a mediados de los años 2000. El profesor de investigación del CSIC en el IFIC **Juan José Hernández Rey**, que fue portavoz adjunto de ANTARES durante su construcción y primera operación, afirma: “En aquella época aún estaba por demostrar la viabilidad técnica de instalar en el fondo del mar un instrumento semejante. El único intento precedente, un proyecto estadounidense, acabó siendo cancelado”. ANTARES, que operó durante 16 años y fue desmantelado recientemente, marcó el camino a seguir.

Poco tiempo después de que ANTARES entrase en funcionamiento, comenzó el diseño de un telescopio aún mayor, KM3NeT, actualmente en fase de instalación pero que ya toma datos en su configuración parcial. “Los grupos españoles que forman parte de KM3NeT, además de participar en la construcción de varios elementos del telescopio, cubren diversas líneas de investigación: astronomía multi-mensajero, búsqueda de materia oscura, estudio de las oscilaciones de neutrinos, búsqueda de nueva física a través de los neutrinos...”, explica el profesor de la UV **Juan de Dios Zornoza Gómez**,

coordinador de los grupos españoles en KM3NeT. “También trabajamos en las implicaciones de este extraordinario suceso y en su conocimiento más profundo”.

La participación de los grupos españoles en KM3NeT está financiada por diversos programas del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, así como programas europeos y regionales (Generalitat Valenciana y Junta de Andalucía). La contribución activa del CSIC en KM3NeT responde a la apuesta decidida del mayor organismo de ciencia español por el desarrollo de las [grandes infraestructuras científicas internacionales](#).

Astronomía de neutrinos

El área de la astronomía de neutrinos está en plena expansión, y los investigadores españoles confían en que, con la instalación completa de los dos detectores de KM3NeT, ARCA y ORCA, se pueda arrojar nueva luz sobre el misterio del origen de los neutrinos cósmicos. “Para determinar la dirección y la energía de este neutrino se requirió una calibración precisa del telescopio y sofisticados algoritmos de reconstrucción de trazas. Además, esta extraordinaria detección se logró con solo una décima parte de la configuración final del detector, demostrando el gran potencial de nuestro experimento para el estudio de los neutrinos y la astronomía de neutrinos”, comenta **Aart Heijboer**, coordinador de Física y Software de KM3NeT en el momento de la detección e investigador en el Instituto Nacional de Física Subatómica (Nikhef), en Países Bajos.

The KM3NeT Collaboration. Observation of an ultra-high-energy cosmic neutrino with KM3NeT. *Nature*.

DOI: [10.1038/s41586-024-08543-1](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08543-1)

Isidoro García / CSIC Comunicación – Comunidad Valenciana

comunicacion@csic.es

INFORMACIÓN EMBARGADA