

València, 12 de febrer de 2025

El detector KM3NeT submergit al Mediterrani 'atrapa' el neutrí de major energia mai observat

- Una col·laboració internacional amb participació del CSIC informa hui en 'Nature' de la detecció d'aquesta elusiva partícula elemental, extremadament difícil d'observar i d'origen desconegut
- La troballa mostra el potencial d'aquest experiment per a estudiar el cosmos a través dels neutrins, la segona partícula més abundant de l'univers després de la llum



Recreació de la captació pels detectors de KM3NeT de la llum Cherenkov emesa per la interacció del neutrí./
KM3NeT Collaboration.

La col·laboració internacional que opera l'experiment KM3NeT, un potent telescopi submergit en les profunditats del Mediterrani, publica hui en *Nature* la detecció del neutrí de major energia mai abans captat per un experiment similar. La troballa, portada de la prestigiosa revista, proporciona la primera evidència que neutrins d'energies tan altes es produeixen a l'univers, encara que el seu origen és una incògnita. En KM3NeT participen diversos grups científics espanyols, entre ells l'Institut de Física Corpuscular (IFIC), centre mixt del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i la Universitat de València, i la Unitat Mixta de l'Institut Espanyol d'Oceanografia del CSIC i la Universitat Politècnica de València.

El 13 de febrer de 2023, el detector ARCA del telescopi submarí de neutrins KM3NeT va detectar un extraordinari esdeveniment associat a un neutrí d'una energia estimada en uns 220 PeV (220.000 bilions d'electronvolts, molt major que les partícules que produeix el LHC del CERN). Aquest esdeveniment, anomenat KM3-230213A, és el neutrí més energètic mai observat fins a la data, i proporciona la primera evidència que neutrins d'energies tan altes es produeixen a l'univers. Després d'un llarg i meticulós treball per a analitzar i interpretar les dades, la col·laboració de KM3NeT informa hui dels detalls d'aquesta troballa en un article publicat en *Nature*.

L'esdeveniment detectat es va identificar com un muó (una partícula elemental emparentada amb l'electró) que va travessar tot el detector, produint senyal en més d'un terç dels sensors. La inclinació de la seua trajectòria juntament amb la seua enorme energia proporciona proves convinents que el muó es va originar a partir d'un neutrí còsmic que va interactuar en les proximitats del detector.

"KM3NeT ha començat a explorar un rang d'energia i sensibilitat on els neutrins detectats poden ser produïts en fenòmens astrofísics extrems. Aquesta primera detecció d'un neutrí de centenars de PeV obri un nou capítol en l'astronomia de neutrins i una nova finestra d'observació de l'univers", comenta **Paschal Coyle**, portaveu de KM3NeT en el moment de la detecció i investigador del Centre de Física de Partícules IN2P3/CNRS de Marsella (França).

Neutrins, les partícules elementals més misterioses

L'univers d'alta energia és el regne d'esdeveniments colossals com els forats negres supermassius, les explosions de supernoves i els esclats de raigs gamma, successos que encara no es comprenen completament. Aquests poderosos acceleradors còsmics generen fluxos de partícules anomenades raigs còsmics, que poden interaccionar amb la matèria de voltant produint neutrins i fotons. Durant el seu viatge per l'univers, els raigs còsmics més energètics poden interactuar amb els fotons de la radiació de fons de microones, la primera llum després de l'origen del cosmos, per a produir neutrins extremadament energètics, anomenats cosmogènics.

"Els neutrins són una de les partícules elementals més misterioses. No tenen càrrega elèctrica, quasi no tenen massa i interactuen feblement amb la matèria. Són missatgers còsmics especials, que ens proporcionen informació única sobre els mecanismes involucrats en els fenòmens més energètics i ens permeten explorar els confins més llunyans de l'univers", explica **Rosa Coniglione**, portaveu adjunta de KM3NeT en el moment de la detecció i investigadora en l'Institut Nacional de Física Nuclear (INFN) d'Itàlia.

Encara que són la segona partícula més abundant de l'univers després dels fotons que formen la llum, la seua interacció extremadament feble amb la matèria els fa molt difícils de detectar, i requereix de detectors enormes. El telescopi de neutrins KM3NeT, actualment en construcció, és una gegantesca infraestructura al fons de la mar consistent en dos detectors, ARCA i ORCA. KM3NeT utilitza l'aigua de la mar com a mitjà

d'interacció per a detectar els neutrins. Els seus mòduls òptics d'alta tecnologia detecten la llum Cherenkov, una resplendor blavosa que genera la propagació en l'aigua de partícules ultrares-relativistes resultants de les interaccions amb neutrins.

Aquest neutrí d'ultra alta energia pot tindre el seu origen directament en un potent accelerador còsmic. Alternativament, podria ser la primera detecció d'un neutrí cosmogènic. No obstant això, basant-se en aquest únic neutrí, és difícil arribar a conclusions sobre el seu origen, asseguren els científics de la col·laboració. Les futures observacions se centraran en detectar més esdeveniments d'aquest tipus per a construir una imatge més clara. L'expansió en curs de KM3NeT amb unitats de detecció addicionals i l'adquisició de noves dades milloraran la seua sensibilitat i augmentaran la seua capacitat per a identificar fonts de neutrins còsmics, convertint a KM3NeT en un actor principal en l'astronomia multimissatger.

Participació espanyola en KM3NeT

La col·laboració KM3NeT reuneix més de 360 científics, enginyers, tècnics i estudiants de 68 institucions de 22 països de tot el món. A Espanya participen l'Institut de Física Corpuscular (IFIC), centre mixt del CSIC i la Universitat de València; la Unitat Mixta de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO) del CSIC i la Universitat Politècnica de València (UPV); l'IGIC de la Universitat Politècnica de València; la Universitat de Granada; i el LAB de la Universitat Politècnica de Catalunya.

La participació espanyola en els telescopis de neutrins data de fa quasi tres dècades, quan un xicotet grup d'investigadors de l'IFIC es van unir a la iniciativa de construir el primer telescopi de neutrí submarí, ANTARES, que va començar a prendre dades a mitjan anys 2000. El professor d'investigació del CSIC a l'IFIC **Juan José Hernández Rey**, que va ser portaveu adjunt d'ANTARES durant la seua construcció i primera operació, afirma: “en aquella època encara estava per demostrar la viabilitat tècnica d'instal·lar en el fons de la mar un instrument semblant. L'únic intent precedent, un projecte estatunidenc, va acabar sent cancel·lat”. ANTARES, que va operar durant 16 anys i va ser desmantellat recentment, va marcar el camí a seguir.

Poc temps després que ANTARES entrara en funcionament, va començar el disseny d'un telescopi encara major, KM3NeT, actualment en fase d'instal·lació però que ja pren dades en la seua configuració parcial. “Els grups espanyols que formen part de KM3NeT, a més de participar en la construcció de diversos elements del telescopi, cobreixen diverses línies d'investigació: astronomia multi-missatger, cerca de matèria fosca, estudi de les oscil·lacions de neutrins, cerca de nova física a través dels neutrins...”, explica el professor de la UV **Juan de Dios Zornoza Gómez**, coordinador dels grups espanyols en KM3NeT. “També treballem en les implicacions d'aquest extraordinari succés i en el seu coneixement més profund”.

La participació dels grups espanyols en KM3NeT és finançada per diversos programes del Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats, així com programes europeus i regionals (Generalitat Valenciana i Junta d'Andalusia). La contribució activa del CSIC en

KM3NeT respon a l'aposta decidida del major organisme de ciència espanyol pel desenvolupament de les [grans infraestructures científiques internacionals](#).

Astronomia de neutrins

L'àrea de l'astronomia de neutrins està en plena expansió, i els investigadors espanyols confien que, amb la instal·lació completa dels dos detectors de KM3NeT, ARCA i ORCA, es pugui llançar nova llum sobre el misteri de l'origen dels neutrins còsmics. “Per a determinar la direcció i l'energia d'aquest neutrí es va requerir un calibratge precís del telescopi i sofisticats algorismes de reconstrucció de traces. A més, aquesta extraordinària detecció es va aconseguir amb només una desena part de la configuració final del detector, demostrant el gran potencial del nostre experiment per a l'estudi dels neutrins i l'astronomia de neutrins”, comenta **Aart Heijboer**, coordinador de Física i Programari de KM3NeT en el moment de la detecció i investigador en l'Institut Nacional de Física Subatòmica (Nikhef), en Països Baixos.

Referència:

The KM3NeT Collaboration. **Observation of an ultra-high-energy cosmic neutrino with KM3NeT**. *Nature*, 2025. DOI: [10.1038/s41586-024-08543-1](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08543-1)

Material de descàrrega (fotos, vídeos, infografies): <https://saco.csic.es/s/QHdMoSJB8oDgpAf>



Membres de l'equip VEGA de l'IFIC, al costat d'un dels elements del detector ANTARES, antecessor de KM3NeT. D'esquerra a dreta, fila posterior: Juan Zúñiga, David Calvo, Francisco Salesa, Diego Real, Mario Manzaneda, Juan de Dios Zornoza, Juan Palacios, Adrian Saina, Emilio Pastor, Alfonso García, Alfonso Lazo, Rebecca Gozzini, Vincent Cecchini, Agustín Sánchez; fila anterior: Jorge Prado, Nadja Lessing, Juan José Hernández, Adriana Bariego, Sergio Alves.