

València, 20 de septiembre de 2022

El IFIC presenta una novedosa técnica para medir la masa absoluta de los neutrinos a partir de la observación de explosiones de supernovas

- **Un equipo del Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV) prevé que las supernovas pueden ser una fuente para determinar la masa de los neutrinos, según un estudio teórico publicado en la revista ‘Physical Review Letters’**
- **La confirmación experimental de la propuesta se lleva a cabo en el marco de la colaboración internacional DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment), cuyo futuro detector observará, para este trabajo, neutrinos procedentes de explosiones de supernovas**

Los neutrinos son conocidos como las partículas más elusivas. Por sus propiedades únicas, viajan sin obstáculos a lo largo de su trayectoria hasta que, excepcionalmente, interactúan con otras partículas y generan señales observables. Neutrinos procedentes de supernovas (en concreto de SN 1987A, situada en la Gran Nube de Magallanes) han sido observados anteriormente por los detectores de neutrinos de agua Kamiokande-II, IMB y Baksan. La importancia de esta detección fue reconocida con el Premio Nobel de Física de 2002 a Masatoshi Koshiba.

Las supernovas, concretamente las de colapso del núcleo, son acontecimientos astrofísicos impresionantes que se producen cuando muere una estrella masiva y emite cantidades ingentes de energía. El colapso se desarrolla en pocos segundos y casi toda la energía que se desprende es liberada a través de neutrinos y antineutrinos, cuya detección podría ayudar a ampliar los conocimientos sobre estas partículas elementales y, en general, sobre el universo.

“Una de las propiedades de los neutrinos que se pueden estudiar con supernovas es el valor absoluto de su masa, hasta ahora desconocido”, señala Federica Pompa, estudiante de doctorado en el IFIC autora de este trabajo. “Cuanto más masivos son los neutrinos, menos velocidad de propagación en el espacio interestelar tendrán, lo que inducirá un retraso temporal en su detección en la Tierra. Por esta razón, una medida precisa de la energía y del tiempo de detección de los neutrinos de supernova en nuestros detectores puede proporcionar una medida de su masa”. La detección de una veintena de antineutrinos procedentes de SN 1987A ya permitió poner una primera cota superior a la masa de los neutrinos.

En este trabajo, el equipo de investigación del IFIC formado por Federica Pompa, Francesco Capozzi, Olga Mena y Michel Sorel sugiere que el futuro detector DUNE podría ser el primero en captar el estallido de la primera fase del colapso de la supernova, la neutronización, cuya señal es visible solamente en neutrinos y no en antineutrinos. DUNE puede observar estos neutrinos electrónicos a partir de sus interacciones con los núcleos de argón del detector.

Futuro brillante para la detección de neutrinos de supernovas

La detección de los neutrinos procedentes de la neutronización juega un papel relevante en la medición la masa de dichas partículas, ya que éstas constituyen un “reloj estándar” para la medida del retraso en el tiempo de vuelo de los neutrinos. Esto implica que, ante el colapso de una supernova, DUNE podría alcanzar una sensibilidad a la masa de los neutrinos cinco veces mayor que lo obtenido hasta el momento, lo que hace que esta técnica sea muy competitiva con las búsquedas directas de masa de neutrinos en experimentos llevados a cabo en laboratorios.

Conocer la masa de los neutrinos revolucionaría la física moderna, pues supondría aceptar que los neutrinos tienen masa, algo que no reconoce el Modelo Estándar.

El IFIC en DUNE

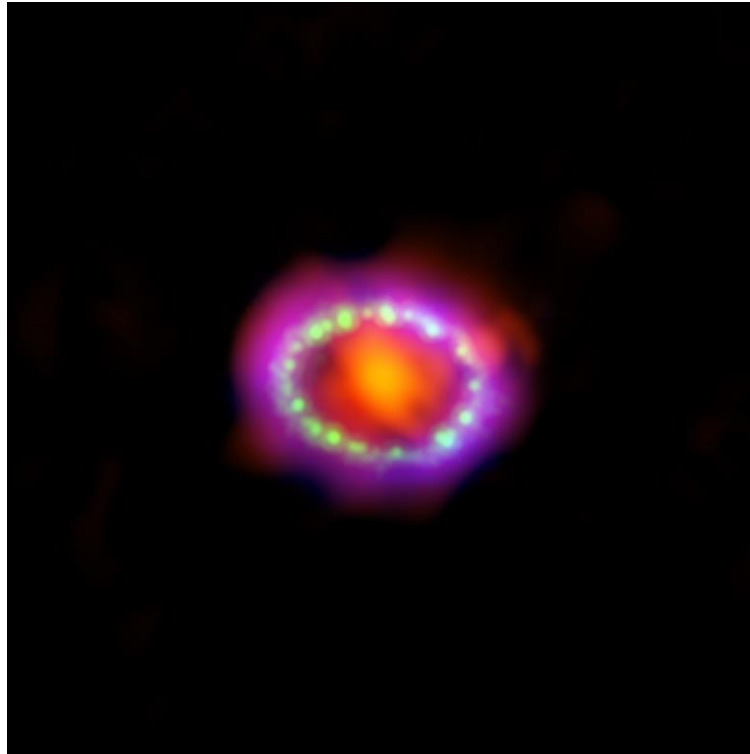
El experimento DUNE, actualmente en construcción, está principalmente dedicado a estudiar los fenómenos de oscilación de neutrinos utilizando un haz producido por un acelerador de partículas fabricado por el ser humano. El experimento también presenta otras oportunidades para el campo de investigación. Entre ellas, la física de neutrinos procedentes de supernovas, del Sol o de rayos cósmicos. El programa de física de DUNE también contempla fenómenos más exóticos, como la detección de la desintegración del protón o de los neutrinos procedentes de aniquilaciones de materia oscura.

El equipo del IFIC forma parte de la colaboración DUNE desde su creación en 2015, contribuyendo tanto a nivel teórico como experimental. A nivel teórico, el centro de investigación valenciano ha realizado contribuciones destacadas a la física del experimento, en particular en el área de búsquedas de física más allá del Modelo Estándar.

A nivel experimental, la contribución del IFIC, y de DUNE-España en general, se centra en la construcción de dos subsistemas de los detectores de argón líquido de DUNE: el sistema de detección de luz y el sistema de monitorización de temperaturas. Los científicos experimentales del IFIC también han estado contribuyendo a la construcción, operación y análisis de datos de los prototipos de los detectores DUNE en el CERN, así como al desarrollo de herramientas de análisis.

Referencia:

Federica Pompa, Francesco Capozzi, Olga Mena and Michel Sorel. ***An absolute v mass measurement with the DUNE experiment.*** *Phys.Rev.Lett.* 129 (2022) 12, 121802. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.121802>



Astrónomos combinaron observaciones de tres observatorios diferentes (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, en rojo; Hubble, en verde; Chandra X-ray Observatory, en azul) para producir esta colorida imagen de múltiples longitudes de onda de los remanentes de la Supernova 1987 A. Créditos: NASA, ESA, A. Angelich (NRAO, AUI, NSF).