

A la caza de neutrinos estériles

Por Fabio ZANDANEL (IAA)

Además de las tres familias de neutrinos existentes, varios resultados apuntan a que existe una cuarta, que solo puede detectarse por su interacción gravitatoria



Imagen del experimento MINOS. Crédito: Peter Ginter.

Los neutrinos son una de las partículas más difíciles de cazar para los físicos. Se trata de partículas elementales que, teniendo carga eléctrica nula, interactúan con el resto de la materia solamente a través de la fuerza nuclear débil, lo que dificulta su detección. Desde el descubrimiento del primer neutrino en 1956, estas partículas siguen siendo materia de debate y un campo de investigación muy activo. A día de hoy sabemos con seguridad que existen tres familias diferentes de neutrinos y antineutrinos. En 1998 se descubrió que los neutrinos tienen una masa pequeñísima, no nula como se suponía en el modelo estándar de partículas, aunque todavía no conocemos su valor con exactitud. Este descubrimiento fue de enorme importancia porque constituye una clara evidencia de la existencia de, como se suele decir, física más allá del modelo estándar y, además, la masa de los neutrinos determina sus propiedades y en particular la manera en la que oscilan de una familia a otra.

Como si no fueran suficientes estas tres familias de partículas insensibles a nuestros esfuerzos por estudiarlas, recientemente se han ido acumulando evidencias de la existencia de una cuarta familia de neutrinos aún más difícil de observar. Se trata de los neutrinos estériles, así llamados porque no interactúan a

través de la fuerza nuclear débil, sino solo a través de la fuerza gravitacional. Después de casi dos décadas desde la primera evidencia de la posibilidad de su existencia, parece que tenemos más indicaciones positivas. Una proviene del estudio de la radiación cósmica de microondas y otra, aún más reciente e intrigante, de observaciones en rayos X.

La radiación cósmica de microondas es una huella importantísima que nos ha dejado el universo primordial con la que hemos podido obtener algunos de los resultados más impresionantes de las últimas décadas. El estudio de las pequeñísimas fluctuaciones de esta radiación es crucial para nuestra comprensión del universo. La colaboración del experimento WMAP ha publicado recientemente los resultados de las observaciones de la radiación cósmica de microondas de los últimos siete años, y resulta que tienen evidencias de que el número de familias de neutrinos debe de ser cuatro, dejando espacio para la existencia del neutrino estéril.

Otra evidencia muy reciente proviene de las observaciones del satélite de rayos X Chandra. Los investigadores Michael Lowenstein y Alexander Kusenko han utilizado dicho instrumento para observar la galaxia enana Willman 1, satélite de nuestra Vía Láctea. Las galaxias enanas son objetos muy particulares e importantes porque por una parte su masa, como la masa del universo entero, está dominada por materia oscura y, por otra, porque su componente de materia luminosa ordinaria es muy pequeño. Resulta que las galaxias enanas son los objetos con la proporción de materia oscura con respecto a la de materia ordinaria más alta de todos. Esto implica que son objetos ideales para la búsqueda y detección de materia oscura, ya que la emisión debida a la materia ordinaria es muy reducida facilitando así las cosas. Si los neutrinos estériles existen deberían emitir en rayos X a la hora de decaer en neutrinos más ligeros. Y Lowenstein y Kusenko han detectado una señal consistente con un neutrino estéril de masa de 5 keV. Si la existencia de esta partícula fuera confirmada podría significar un enorme avance para varios campos de la física. Sería claramente un gran descubrimiento para la física de partículas y, además, los neutrinos estériles podrían ser la partícula componente de la materia oscura. Si este fuera el caso, se habría solucionado un misterio que deja sin dormir a los físicos desde hace varias décadas.

No obstante el entusiasmo de un resultado tan "tentador", hay que señalar que está lejos de ser definitivo y debe ser confirmado por otras observaciones y por otros campos de la física. A día de hoy existe bastante desacuerdo sobre las propiedades del posible neutrino estéril. Mientras, como hemos dicho, los resultados de Chandra sugieren la existencia de un neutrino con una masa bastante grande, los resultados de WMAP apuntan a un neutrino con una masa mucho más pequeña. Está claro que resulta difícil conciliar estos dos resultados, estando aún ambos por confirmar.

Otras indicaciones vienen, y vendrán, de los experimentos de la física de partículas, en particular MINOS y MiniBooNe situados en el Fermilab. Los datos de MiniBooNe, junto con otros experimentos de neutrinos de todo el mundo, también indican la existencia de cuatro familias, dejando espacio para el neutrino estéril. Por otro lado, MINOS está restringiendo cada vez más la ventana de posibilidades para los neutrinos estériles y sus propiedades, haciendo más sencillo el trabajo de astrofísicos y cosmólogos. En fin, el cuadro no está nada claro y está lejos de serlo, pero todo parece apuntar a la existencia de otro neutrino, así que habrá que tener los ojos bien abiertos.

Fabio Zandanel (IAA)

Este artículo aparece en el número 34, julio 2011,
de la revista "Información y Actualidad Astronómica",
del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)