

EL Universo y el Agua

El agua como instrumento de investigación

Kamiokande

La familia de experimentos subterráneos Kamiokande utiliza agua ultra-pura para detectar las partículas más furtivas del Universo.

En el núcleo del Sol, a temperaturas de 15 millones de grados, los átomos de hidrógeno se convierten en helio. Se crean además positrones: partículas con carga eléctrica positiva; se origina también un poco de la energía que da el brillo al Sol, y tiene que viajar cientos de miles de años desde el núcleo para llegar a la atmósfera superior, la que vemos a simple vista, y de ahí emprender su camino por el espacio exterior hacia los planetas; simultáneamente se crean trillones de trillones de partículas por segundo, conocidas como neutrinos. Las ecuaciones surgidas de las teorías que predicen el número de neutrinos que se generan en el Sol fueron puestas a prueba en la década de los sesenta. Con preocupación se descubrió que sólo se alcanzaba a detectar un tercio de los neutrinos esperados. Gigantescos detectores con agua ultra-pura, ayudarían a resolver el enigma.

Los neutrinos son partículas atómicas sin carga eléctrica. Prácticamente no interactúan ni son afectadas por el resto de las partículas que existen en el Universo. La falta de interacción entre los neutrinos y otras partículas los hace muy difíciles de detectar.

A poco más de 100 kilómetros de Tokio, Japón, en la periferia montañosa de la pequeña ciudad de Kamioka, se ha dado nuevo uso a una profunda mina abandonada; los resultados de su nueva profesión están cambiando la forma de como entendemos el Universo. Mil metros debajo de la superficie, dentro de un enorme cilindro de 41 metros de altura por 39 de diámetro, del tamaño de casi

media cancha de futbol; con 50 mil toneladas de agua ultra-pura, funciona un detector que está descubriendo las partículas más furtivas provenientes del espacio.

La profundidad de la mina ayuda a que lleguen solamente aquellas partículas que no interactúan con el resto de los átomos que se encuentran en la atmósfera y en la superficie terrestre. Para resolver el enigma del 66% faltante de neutrinos predichos por la teoría, en la década de los ochentas se diseñó y construyó *KamiokaNDE* (Experimento de Decaimiento de Nucleones Kamioka, por sus siglas en inglés), un gigantesco tinaco con 3000 toneladas de agua ultra-pura, reemplazado unos años después por Super Kamiokande, que almacena 50 mil toneladas de agua.

El agua ultra-pura debe cumplir con varios requisitos: debe regular la proliferación de bacterias, partículas, contaminantes orgánicos, metálicos y aniónicos (partículas eléctricamente cargadas). Alrededor del agua existen miles de fotomultiplicadores: instrumentos diseñados para detectar destellos de luz muy débiles y multiplicar su brillo millones de veces para poder estudiarlo.

La luz viaja en el vacío a 300 mil kilómetros por segundo. Los neutrinos creados en el núcleo solar viajan a esa misma velocidad. En el agua, que es más densa que el vacío, la luz viaja a 225 mil kilómetros por segundo. Por lo tanto, cuando un neutrino ingresa al agua, interactúa con un electrón o núcleo de átomo de agua y genera una partícula que emite luz. A este fenómeno luminoso se le conoce como radiación Cherenkov. Cerca de 7 mil millones de neutrinos generados por el Sol cada segundo pasan por la Tierra, por centímetro cuadrado. Como rara vez interactúan los neutrinos con otras partículas se requieren miles de toneladas de agua ultra-pura compuesta por miles de millones de cuatrillones de átomos y electrones para generar unos cuantos destellos cuyo brillo será multiplicado y registrado.

Fue así como los experimentos de la familia *Kamiokande* ayudaron a resolver el enigma de los evasivos neutrinos solares. Primero se comprobó que las ecuaciones derivadas de la teoría eran correctas. Además, se le asignó un valor de masa a los neutrinos, que antes se consideraba igual a cero. Se descubrió que existen tres tipos de neutrinos (tau, muón y electrón) y que pueden ir cambiando de tipo entre sí, del neutrino electrón generado en el núcleo del Sol a los otros dos tipos, resolviendo así el problema del déficit de neutrinos solares.

Adicionalmente, se detectaron neutrinos producidos por una lejana explosión estelar, la supernova 1987a, a miles de años luz de distancia. Finalmente, se resolvió un enigma que existía, semejante a los neutrinos solares, con los neutrinos de la atmósfera terrestre. El experimento realizado por Masatoshi Koshiba le hizo acreedor del premio Nobel de física 2002.

Es así como el agua cumple una importante función de instrumento de investigación para descubrir una de las partículas más furtivas del Universo.

Comité de Comunicación de la Noche de las Estrellas 2013.