

# Ciencias

## UNA PARTÍCULA ESCURRIDIZA PUEDE DESENTRAÑAR EL UNIVERSO

# CAZA FANTASMAS

### Reportaje

DANIEL MEDIAVILLA  
MADRID

En 1945, tras el estallido de la primera bomba atómica, el físico Frederick Reines, que entonces trabajaba en Los Alamos, vio algo más que una solución definitiva para ganar la II Guerra Mundial. El monstruo podría servirle para cazar a un fantasma que perseguía hacía tiempo: el neutrino.

La nueva partícula había sido predicha en 1930 por el físico Wolfgang Pauli para explicar la aparente desaparición de energía que se producía durante la desintegración de ciertos núcleos atómicos. Para salvar el principio de conservación de energía, incompatible con esta observación, el científico austriaco propuso la existencia de una nueva partícula neutra, de masa ínfima e interacción muy débil que compensaría la pérdida.

El neutrino se hizo sitio en la teoría física, pero su naturaleza escurridiza iba a hacer difícil comprobar si existía en realidad. Dada su escasa inclinación para interactuar con la materia serían necesarios un detector inmenso y muy sensible y una fuente abundante de neutrinos. Y la bomba atómica es una formidable creadora de estas partículas.

Finalmente, Reines y su colega Clyde Cowan se decidieron por un proveedor menos indómito. Colocaron su detector de neutrinos junto al reactor nuclear de Hanford, en el estado de Washington (EEUU). Tras un primer intento fallido en 1953, en 1956, junto al reactor de Savannah River, en Carolina del Sur, el experimento tuvo éxito. En el detector, claramente visible sobre el ruido de fondo que provocaban otras partículas, estaba la firma del neutrino.

Cada segundo, miles de millones de neutrinos producidos por el Sol nos atraviesan sin inmutarse, como fantasmas. Su falta de carga eléctrica hace que no se vean afectados por

Cada segundo, millones de neutrinos producidos por el Sol nos atraviesan como espectros

Los observatorios que estudian estas partículas son los más espectaculares

la fuerza electromagnética, convirtiéndolas así en unas partículas poco sociables. "Además, en las energías en las que se mueve el neutrino, la gravedad no importa, y tampoco interaccionan fuertemente [la interacción fuerte es una de las cuatro fuerzas fundamentales encargada de mantener unidos los elementos del núcleo atómico]", añade Antonio Bueno, profesor del departamento de Física Teórica y del Cosmos de la Universidad de Granada. Para estudiarlos, como ya vieron Reines y Cowan, iban a ser necesarios algunos de los observatorios más espectaculares del mundo.

#### Bloque de hielo

Uno de ellos es Ice Cube, en la Antártida. Allí, un equipo financiado principalmente por la National Science Foundation de EEUU, construye un observatorio que ocupará, cuando esté completo en 2011, un kilómetro cúbico del continente helado. La tarea es titánica. Muy cerca del Polo Sur, donde las temperaturas veranie-

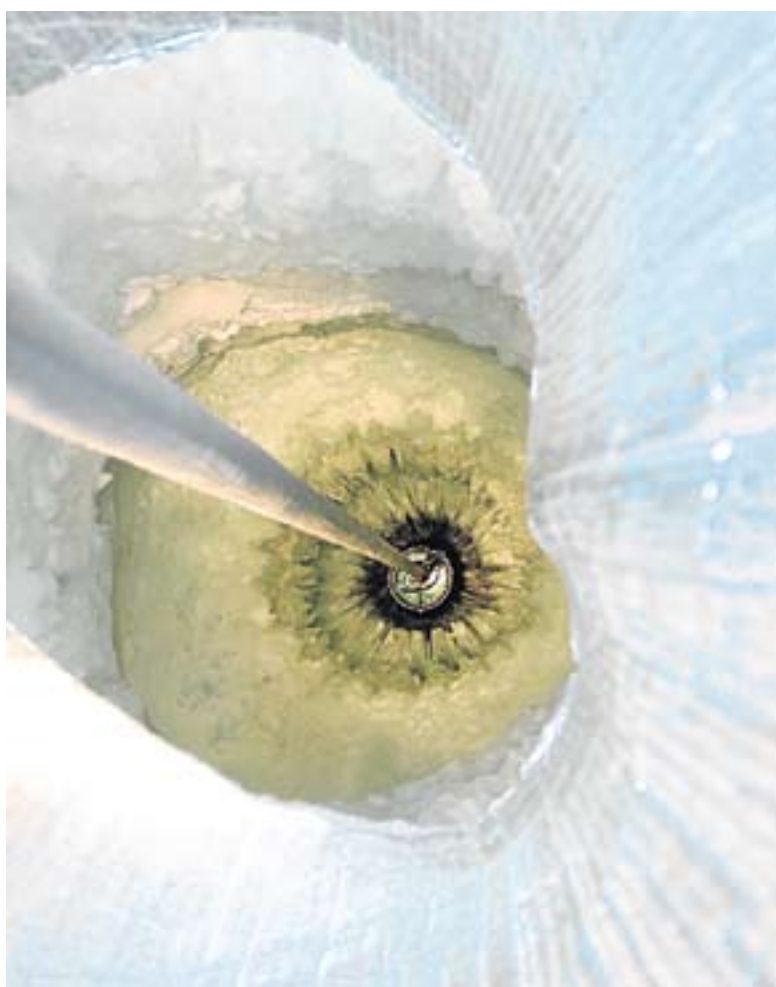
gas no superan los 25 grados bajo cero, están perforando agujeros de dos kilómetros y medio de profundidad con chorros de agua caliente a presión. Para horadar cada uno de los 80 agujeros que conformarán el observatorio son necesarios 22.000 litros de combustible y unas 48 horas de trabajo. Antes de que el hielo cierre la brecha, introducen en la sima una sarta de 60 detectores esféricos, como una especie de collar de perlas. Cuando esté completo, Ice Cube contará con una red de 4.800 detectores de la que ni siquiera los escurridizos neutrinos podrán escapar. Alguno de los millones que atraviesen el hielo chocará con un átomo, y del impacto surgirá otra partícula, un muon, que saldrá disparada creando un destello que dejará en evidencia el paso de la partícula fantasma.

Ice Cube será el mayor de una serie de detectores que tratan de cazar neutrinos en el mundo. ANTARES, en el hemisferio norte, completará el trabajo del observatorio de hielo



**ICE CUBE**  
El observatorio de neutrinos más grande del mundo está siendo perforado en la Antártida. A la derecha, momento en que introducen un detector en un agujero de dos kilómetros y medio. NSF

**SUPER-KAMIOKANDE**  
Dos ingenieros 'navegan' (izq.) mientras se llena de agua el detector. Está a 1.000 metros bajo tierra y mide 40 metros de alto por 40 de diámetro. Las 'bolitas' son fotomultiplicadores. UNIVERSIDAD DE TOKIO



mes distancias atravesando todo tipo de cuerpos celestes sin perturbarse puede tener, además, una de las primeras aplicaciones eminentemente prácticas del estudio de los neutrinos. Hace dos semanas, John Learned, investigador de la Universidad de Hawai y uno de los ideólogos de la creación de Ice Cube, publicó en arxiv.org un artículo en el que proponía la utilización de los neutrinos para las comunicaciones dentro de la galaxia. En el hipotético caso de que existiese una civilización extraterrestre lo suficientemente avanzada como para necesitar un sistema de comunicaciones intergaláctico, decía Learned en su artículo, no emplearía fotones. Hasta ahora, proyectos de búsqueda de inteligencia extraterrestre como SETI habían asumido que las señales de estos seres llegarían codificadas en fotones. El físico argumentaba que en el espectro electromagnético hay demasiado ruido y que los fotones se dispersan con demasiada facilidad y acabarían absorbidos por las distintas fuentes de ruido si tuviesen que atravesar la galaxia de un extremo al otro. Los neutrinos, por el contrario, se mueven en un espectro en el que el ruido es mínimo y su insignificante interacción con la materia permitiría que la señal codificada en ellos viajase de un lado al otro de la galaxia sin interferencias. Learned cree que el tipo de señales de neutrinos que los extraterrestres emplearían en sus comunicaciones deberían ser detectables con los telescopios de nueva generación como Ice Cube o ANTARES.

#### Una teoría puesta en duda

En un plano más ortodoxo, los detectores de neutrinos ya han realizado relevantes aportaciones a la física. Este verano, se pondrá en marcha el Large Hadron Collider (LHC) en Ginebra. Este experimento pondrá a prueba el Modelo Estándar de física de partículas, una teoría que explica con bastante precisión las propiedades de la naturaleza. Sin embargo, con independencia de lo que surja del LHC, un descubrimiento realizado por el detector Super Kamiokande en 1998 mostró que el modelo es incompleto. Al contrario de lo que predecía la teoría y de lo que se creía hasta ese momento, el observatorio japonés mostró que los neutrinos sí tenían masa. En un segundo golpe al Modelo Estándar, en los últimos 15 años los físicos descubrieron que, frente a lo que indica esta teoría, los neutrinos pueden oscilar. Valle, que ha realizado contribuciones en este campo, afirma que los nuevos conocimientos "constituyen una verdadera revolución en nuestro entendimiento del Universo, ya que proporciona evidencia indiscutible de que el Modelo Estándar es incompleto".

En los próximos cinco años será posible la detección de neutrinos procedentes de fuera del Sistema Solar. Estas espectaculares infraestructuras permitirán que comience una nueva fase en el interrogatorio del fantasma que Pauli predijo y Cowan y Reines cazaron por primera vez. La declaración promete ser jugosa. \*

#### Más información

**PÁGINA WEB DEL OBSERVATORIO ANTÁRTICO ICE CUBE**  
<http://icecube.wisc.edu/>

en el sur. En este caso, la ristra de detectores estará hundida frente a la costa de Francia, en Toulon. Otros observatorios con distintos sistemas de detección son Gran Sasso en Italia, Super Kamiokande en Japón, o el Laboratorio Subterráneo de Canfranc en España. Estos observatorios se han construido en el interior de montañas, en el caso de los dos últimos aprovechando la infraestructura de minas abandonadas.

José W. F. Valle, director de Teoría del Instituto de Física Corpuscular de la Universidad de Valencia-CSIC, un centro líder en el mundo en la formulación de modelos en física de neutrinos, explica por qué las ubicaciones de los telescopios son casi tan exóticas como la partícula que pretenden detectar. "Los detectores deben ubicarse a mucha profundidad bajo el hielo, bajo el agua o bajo montañas para evitar contaminación por los rayos cósmicos y otras fuentes de radiación de fondo", apunta. De algún modo, la sutil naturaleza del neutrino requiere

de un colador que la separe del resto de las partículas con que debe convivir—aunque, por supuesto, apenas relacionarse—en el Universo. En el caso de proyectos de detección más ambiciosos como ANTARES o Ice Cube, el filtro es doble.

#### Desde el confín del Universo

Hasta ahora, los detectores sólo han logrado identificar los neutrinos que provienen del Sol, fruto de las reacciones nucleares que se producen en su interior, y los llegados de la supernova SN 1987A. Los nuevos detectores quieren llegar más allá. Por contradictorio que parezca, el observatorio del Mediterráneo se encargará de los neutrinos que entren por el sur y del de la Antártida de los que lleguen del norte. Antes de caer en la trampa que les han tendido los científicos, los neutrinos, que llegarán desde el interior de la Tierra, habrán atravesado el planeta de lado a lado, una hazaña reservada para una especie de neutrinos aún más especial, muy energéticos y que aún no han sido detectados.

### Los neutrinos servirían para comunicarnos con una posible vida extraterrestre

### Un físico de EEUU se planteó en 1945 utilizar la bomba atómica para observar esta partícula

Estos tienen su origen en procesos de muy alta energía, como los que se producen en el centro de las galaxias donde, se cree, existen enormes agujeros negros.

Los científicos confían en que, cuando se comiencen a detectar neutrinos procedentes de fuera del Sistema Solar, estos se convertirán en unos óptimos informantes de lo que sucede en los confines del Universo. Hasta ahora, casi todo el conocimiento que se tiene del cosmos proviene de la observación de los fotones. Son abundantes, son eléctricamente neutros como los neutrinos y de ellos se puede obtener información sobre las características físicas y químicas de la fuente que los produce. Sin embargo, buena parte de la maquinaria galáctica, como los reactores nucleares en el interior de las estrellas o los centros de las galaxias, son opacos a los fotones. Los fotones han permitido conocer el Universo desde el exterior; los neutrinos permitirán acercarse más a los entresijos.

Esta capacidad para viajar enor-