

EXPLORADORES AL LÍMITE

La física revienta las fronteras de la realidad en laboratorios extremos. Estas son las experiencias de quienes trabajan en IceCube, LIGO y el LHC, experimentos enterrados bajo el hielo del Polo Sur o en la estepa más silenciosa del planeta, y también la de quienes participaron en el relevo de la antorcha cuántica.

TEXTO: LORENA SÁNCHEZ

IceCube

CARLOS POBES

Científico en el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza). Pasó un año, el 2012, en el Polo Sur cuidando IceCube, un observatorio de neutrinos enterrado bajo el hielo.

AISLADO EN LA ANTÁRTIDA PARA VIGILAR PARTÍCULAS FANTASMA

Carlos Pobes, físico aragonés, fue uno de los elegidos: un *Winter Over* en el Polo Sur. Su tarea fue cuidar el mayor observatorio de neutrinos del mundo, IceCube, durante un año, incluidos los ocho meses de invierno en los que la base Amundsen-Scott queda aislada, cuatro de ellos en una noche perpetua.

Para situarnos, hablamos de “90 °S, el corazón del continente antártico, cubierto en un 90 % por hielo con espesores superiores a los 3 km. La temperatura puede llegar a -80 °C. No hay vida animal ni vegetal. Aquí hace 100 años ni siquiera había puesto el pie el ser humano”, explica Pobes.

IceCube es una de esas máquinas inverosímiles de la física contemporánea. Una trampa de neutrinos, partículas tan esquivas que se han ganado el apodo de “fantasmas”. “IceCube usa

un kilómetro cúbico de hielo como detector natural”, añade.

Con el invierno, partió el último avión de la base. Poco después, llegaron cuatro meses de oscuridad. Por eso, Carlos no puede precisar si aquel momento de luna llena era de día o de noche: “Quería salir a correr fuera. A pesar de los -60 °C, el día estaba en calma, pero era una incógnita cómo iba a responder al frío. Las sensaciones son extrañas. El escaso hueco que queda para los ojos hace que la visión sea muy limitada. Solo ves un metro por delante de tus pies y parece que estás soñando”.

Carlos Pobes entró en el club de los 300, uno de los retos más peculiares y extremos del mundo. “El ritual consiste en someter al cuerpo a un cambio de temperatura de 300 grados Fahrenheit (°F) (aprox. 167 °C). Entrás en la sauna a 90 °C y sales a -70 °C, totalmente desnudo, para correr hasta el punto

Superó uno de los retos más extremos y entró en el club de los 300

geográfico del Polo Sur y regresar a la sauna”.

Y no olvida una de las jornadas más tensas en la base: “El detector dejó de funcionar y pasamos horas hasta que logramos que volviera a tomar datos”. Al día siguiente, un neutrino superenergético, al que llamaron Epi, golpeó el hielo cerca de un sensor. “El impacto generó casi 100 000 partículas de luz detectadas por 300 de los más de 5 000 sensores de IceCube. Si hubiese estado parado, nunca habríamos sabido de Epi”.

Han pasado 14 años desde que vivió aquella aventura. ¿Aún sueña con ello? “La experiencia sigue presente, pero sueño con ella menos de lo que me gustaría”, responde.

Selfi junto a la base Amundsen-Scott, cuando volvió a amanecer después de cuatro meses de oscuridad.

ALICIA CALAFAT Y JOAN-RENÉ MÉROU

Doctorandos en el grupo Gravity de la Universidad de las Islas Baleares y miembros de la Colaboración Científica LIGO. Ambos relatan la experiencia de "escuchar" la señal que producen los acontecimientos más violentos del cosmos.

Alicia Calafat y Joan-René Mérou con la ropa y las gafas de protección dentro de LIGO.



Inspiración cuántica

EN EL OBSERVATORIO DEL ESPACIO-TIEMPO

LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) es un proyecto científico pionero diseñado para detectar ondas gravitacionales, minúsculas ondulaciones del espacio-tiempo producidas por grandes cataclismos cósmicos, como la colisión de dos agujeros negros. Alicia Calafat y Joan-René Mérou han realizado estancias en LIGO.

"Aquí no se escucha nada en el sentido auditivo. Trabajamos en frecuencia y luego podemos trasladar la señal al rango audible y representar el sonido que produce la deformación del espacio-tiempo", explica Alicia.

"Lo que buscamos es detectar perturbaciones del espacio-tiempo"

lugar pensado para el silencio", añade Alicia.

Ambos entraron en el detector, donde se encuentran la óptica y los láseres. Ese espacio es de "riesgo de láser", por lo que deben llevar gafas verdes de protección. "Sirven para filtrar el láser si se escapa algún haz durante el mantenimiento. Con ellas lo ves todo rosa y trabajas prácticamente sin ver bien: es una protección máxima", señala Joan-René.

Sobre "escuchar" ondas gravitacionales, aclaran que es una expresión poética. Trabajan con frecuencias que pueden convertirse en sonido, pero en el detector no se oye nada. Explica Joan-René: "Lo que se ve son datos, la señal mezclada con el ruido instrumental. Gran parte del trabajo consiste en caracterizar ese ruido para poder identificar la señal. Quizá algún día encontremos la señal del Big Bang, el origen del universo".

Las perturbaciones son extremadamente débiles, por lo que se necesita un instrumento de kilómetros de longitud. LIGO opera de forma conjunta en dos ubicaciones de Estados Unidos: Hanford (Washington) y Livingston (Luisiana). "Todo tiene que estar en silencio absoluto porque LIGO es, de alguna manera, la regla de medir más precisa del mundo. Cualquier vibración lo estropearía".

Cuando llegas, todo está diseñado por ingenieros para evitar el ruido. "La carretera de acceso no es de asfalto normal: tiene grietas hechas a propósito para que los coches generen una perturbación más parecida al ruido blanco que a picos que contaminen el detector. Hay que desplazarse por los brazos del detector en un coche eléctrico y a una velocidad concreta. En las oficinas hay moquetas para amortiguar los pasos y los sistemas de aire acondicionado están montados sobre muelles para que las vibraciones no se transmitan al suelo. Es un

QuanTour

LOS VIAJEROS DE LA ANTORCHA CUÁNTICA

Álex, Raúl y Diego participaron en el relevo de la antorcha cuántica: una maleta de metal que contenía un pequeño chip prodigioso. No era un chip cualquiera: había recorrido Europa en tren, pasando de mano en mano entre investigadores de distintos países, para probar su resistencia sin perder sus propiedades cuánticas. El tour involucró a unas 100 personas de 10 países, y cada etapa tenía un componente de divulgación, dentro de las celebraciones del Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas en 2025.

La maleta viajaba de país en país y, al llegar a cada destino, se medían las propiedades cuánticas del chip. Diego se encargó de llevarla de Madrid a París. "La muestra ya había viajado varias veces por Europa y estaba convencido de que iba a aguantar. Aun así, había que tratarla con cuidado para evitar golpes", relata. Durante el transporte, el chip permanece a temperatura ambiente; es un pequeño trozo de metal que no representa peligro, no emite radiación y solo requiere cuidados logísticos normales.

Raúl Díez explica que las propiedades del chip solo pueden observarse en el laboratorio, a temperaturas extremadamente bajas, unos 8 kelvin (K). Y de esto se ocuparon Álex y él mediante una de las pruebas experimentales más renombradas en fotónica cuántica: el efecto Hanbury Brown y Twiss, que permite estudiar la individualidad de los fotones emitidos por la fuente. "Colocamos el chip en un criostato, se crea un vacío alrededor y se enfría con helio líquido en un sistema de ciclo abierto", explica Raúl. La producción de fotones individuales es fundamental para el desarrollo del futuro internet cuántico. Después de hacer las mediciones en Madrid, la antorcha cuántica emprendió de nuevo su viaje.

El chip conservó su pureza cuántica hasta el final del trayecto. Hoy sigue emitiendo fotones individuales y ha sido trasladado incluso a Canadá y Turquía sin perder sus propiedades.

ALEJANDRO TIZQUIERDO MOLINA, RAÚL DÍEZ MARTÍNEZ Y DIEGO MARNI SOBRINO,

estudiantes de física del grupo de investigación de Óptica Cuántica en el Estado Sólido en la UAM, liderado por Carlos Antón Solanas. Participantes del reto Antorcha Cuántica del proyecto QuanTour, impulsado por la Sociedad Alemana de Física, en el Año Internacional de las Ciencias y las Tecnologías Cuánticas (2025).



Con la antorcha cuántica, a su llegada a Madrid.

CERN

PAULA DESIRÉ

Doctoranda en el mayor laboratorio de partículas del mundo, el LHC del CERN. Compagina su investigación sobre aceleradores con una labor divulgativa en Instagram, con la que busca crear "espacios seguros" y libres de ruido en las redes sociales.



EN EL MAYOR COLISIONADOR DE PARTÍCULAS DEL MUNDO

La ciencia más compleja del planeta se dirime bajo la frontera franco-suiza, en los túneles de 27 kilómetros de circunferencia del Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Desde allí, Paula Desiré se encarga de llevarla al bolsillo de miles de personas que la siguen en Instagram. Esta física santanderina, formada en la Universidad de Cantabria y el IFCA, representa a una nueva generación de científicos que buscan entender el origen de la materia. Llegó al CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) a través del programa Summer Student. "Me enamoré del CERN porque es un ambiente precioso para alguien joven y que siente pasión por la física", explica. Hoy, se encuentra en el ecuador de su doctorado en física de aceleradores: "Tratamos con partículas que están casi a la velocidad de la luz, las ecuaciones cambian y simulamos computacionalmente cómo se comportan". Desiré pone el foco en los aceleradores de baja energía, aquellos que sirven de "trampolín" para el LHC pero que tienen una aplicación social inmediata, por ejemplo en los diagnósticos médicos. "Es un lujo poder bajar a los túneles y ver de verdad estos experimentos en los que hay colisiones de partículas", confiesa. Inspirada por figuras como Javier Santaolalla o José Luis Crespo (Quantum Fracture), decidió abrir cuenta en Instagram. "Las redes se están convirtiendo en un entorno hostil, con opiniones radicales o contenido que no es bueno. Y pensé: ¿qué puedo hacer yo para llenar las redes de un espacio seguro?". Y comenzó a contar su vida en el CERN. ■

Inspiración cuántica

telos 129 | 05_2026