



DESDE TÚNELES EN GINEBRA HASTA PRODUCCIÓN DE *HARDWARE* EN NUESTRO PAÍS:

# Chilenos en el CERN, la experiencia de trabajar en el laboratorio de física de partículas más importante del planeta

La Universidad Andrés Bello (UNAB) lidera la presencia chilena en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) con el equipo más numeroso de científicos, técnicos y estudiantes. Conversamos con ellos para conocer qué hacen y cómo se sienten al formar parte de la institución que alberga al acelerador de partículas más grande del mundo.

La primera vez no podía creer dónde estaba, partiendo por el trayecto del ascensor que llega hasta los 90 metros bajo tierra, luego pasar por todas las barreras de seguridad para acceder al acelerador y finalmente entrar al túnel y ver todo tipo de estructuras mecánicas y electrónicas que están allí", señala Sebastián Cepeda, técnico en electrónica, especialista en programación y fabricación de piezas para detectores de partículas, uno de los miembros del equipo de la Universidad Andrés Bello (UNAB) que trabaja para el CERN.

Este centro, ubicado en la frontera franco-suiza, cerca de Ginebra, alberga el LHC o Gran Colisionador de Hadrones, el acelerador de partículas más grande del mundo, donde se realizan experimentos de vanguardia en física de partículas y que reúne a miles de científicos internacionales.

## COMPONENTES FABRICADOS EN CHILE

Aunque resulte increíble, varios componentes que forman parte de los experimentos alojados en el Gran Colisionador de Hadrones son fabricados en Santiago, específicamente en el Centro Técnico y Experimental en Física de Partículas (CTEPP).

"Hoy, en Chile, desde la Universidad Andrés Bello fabricamos diversos componentes de hardware para el CERN", explica el director del CTEPP, Gilberto Zamora.

Uno de los experimentos más importantes alojados en el Gran Colisionador de Hadrones se denomina ATLAS, cuyo principal objetivo es reproducir las condiciones que reinaban en el origen del universo y así poder estudiar las leyes que gobernaban la naturaleza.

Estas condiciones se logran mediante la colisión de protones, que se mueven en direcciones opuestas a casi la velocidad de la luz. El estudio de las partículas resultantes de estas colisiones, algunas nunca antes observadas, permite a los científicos determinar nuevas leyes fundamentales de la física.

Gracias a los experimentos ATLAS y CMS se descubrió en 2012 el bosón de Higgs, una partícula clave para explicar el mecanismo que hace que las partículas tengan masa. Este hallazgo marcó un hito para la física moderna, incluso el Premio Nobel de Física de 2013 está relacionado con este importante descubrimiento.

Hoy el experimento está en pleno proceso de actualización de su infraestructura, en la cual el equipo de la Universidad Andrés Bello cumple un rol clave, principalmente en la mejora del detector.

## EQUIPO UNAB

Matías Henríquez, ingeniero eléctrico del CTEPP y profesor de electrónica en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNAB, participa en el proyecto MOPS-Hub del ITK (Inner Tracker) de ATLAS, que implica construir el sistema de agregación de chips llamados MOPS, que recolecta los datos y los envía al sistema de control del detector.

Según relata Henríquez, con su equipo están a cargo de la producción y de la coordinación con científicos alemanes y del propio CERN para el control de calidad. Por ello, el académico UNAB viajará en los próximos días a Suiza para ver en terreno el avance del proyecto.

En paralelo, Marco Ayala, doctor en ciencias físicas e investigador posdoctoral de la UNAB, participa junto a Víctor Vergara, ingeniero civil mecánico y encargado del laboratorio de Mecánica del CTEPP, en el desarrollo de un detector que permitirá medir el



Este centro, ubicado en la frontera franco-suiza, cerca de Ginebra, alberga el LHC o Gran Colisionador de Hadrones, el acelerador de partículas más grande del mundo.



El equipo UNAB: Ángel Garay; Yuri Ivanov; Sebastián Cepeda; Vicente Agosin; Matías Henríquez; Cristópher Morales; Pierre Romagnoli, decano de la Facultad de Ciencias Exactas; Gilberto Zamora y Mauricio Oviedo.

tiempo de vuelo de las partículas cargadas que pasarán a través del futuro experimento SHiDLHC-High Luminosity.

El detector se integrará con el sistema de calibración de ATLAS con el objetivo de medir, por primera vez en este experimento, la partícula asociada a la producción del neutrino que se estudiará.

El equipo de la UNAB también participa en el experimento LHCb. Es el único equipo en Chile en esta colaboración. Este experimento está principalmente enfocado en estudiar un fenómeno llamado violación de CP, el cual es fundamental para explicar la asimetría entre materia y antimateria que reina hoy en el universo.

En el experimento NA64, orientado a la búsqueda de materia oscura, interviene Carlos Flores, técnico especialista del laboratorio de electrónica del CTEPP y estudiante de Ingeniería en Computación e Informática (Advance) de la UNAB.

"Me encuentro en Suiza participando en la instalación de la mesa móvil, una máquina



Nos sentimos parte de esta comunidad y estamos orgullosos del estrecho trabajo científico que nuestros investigadores han realizado con el CERN, y expectantes de lo que nos depara el futuro".

CAROLINA TORREALBA, vicerrectora de Investigación y Doctorado UNAB.



Lo que más valora es el avance del conocimiento y la colaboración internacional, ya que implica contribuir directamente al entendimiento fundamental del universo".

ÁNGEL GARAY, técnico mecánico CTEPP-UNAB.

## LAS INFINITAS OPORTUNIDADES QUE SE ABRIRÁN PARA LOS CHILENOS EN EL CERN



escolares accedan a programas especiales que incluyen visitas y alojamiento en sus instalaciones.

De igual modo, ingenieros del CERN colaborarán con científicos e ingenieros de la industria chilena en el desarrollo de productos nacionales como cobre purificado, materiales para superconductores, imanes eléctricos y transformadores. "Esta asociación también abrirá nuevas oportunidades para estudiantes y académicos chilenos en áreas como física de altas energías, electrónica, mecánica moderna, programación, química y física aplicada", asegura el científico.

La incorporación de Chile como Estado Miembro Asociado del CERN traerá múltiples beneficios para el desarrollo científico y productivo de nuestro país. Así lo explica Sergey Kuleshov, director del Instituto Milenio de Física Subatómica en la Frontera de Altas Energías (SAPHIR).

"Chile tendrá acceso pleno a sus instalaciones y a su estructura de trabajo. Esto permitirá, por ejemplo, que ingenieros electrónicos chilenos utilicen el software especializado del CERN para el diseño de chips y encarguen la producción de prototipos. Además, podrán trabajar con tecnologías avanzadas como superconductores, equipos criogénicos, sistemas de alto vacío y componentes vinculados a la computación cuántica", explica Kuleshov. Además, afirma que esta vinculación permitirá que científicos, ingenieros y técnicos chilenos postulen a puestos de trabajo dentro del CERN, o que profesores y

## UNA LARGA Y SÓLIDA RELACIÓN ENTRE UNAB Y EL CERN



Chile, junto a Brasil, se convertirá en uno de los dos únicos países de Latinoamérica en ingresar como Estado Miembro Asociado a la Organización Europea para la Investigación Nuclear, CERN. La Universidad Andrés Bello lleva varios años profundizando sus lazos con esta institución y desde su quehacer aportó también en la postulación de nuestro país a este nuevo estatus, gracias al trabajo realizado en el Centro Técnico y Experimental en Física de Partículas (CTEPP) dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y el Instituto Milenio de Física Subatómica en la Frontera de Altas Energías (SAPHIR).

Al respecto, la vicerrectora de Investigación y Doctorado de UNAB, Carolina Torrealba, señala: "Este hito posiciona al país en la vanguardia de la ciencia mundial y abre tremendas oportunidades para la investigación, la formación y el desarrollo tecnológico nacional. Estamos muy contentos de haber contribuido a este logro; nos sentimos parte de esta comunidad y estamos orgullosos del estrecho trabajo científico que nuestros investigadores han realizado con el CERN, y expectantes de lo que nos depara el futuro".

Torrealba destaca que la universidad tiene una larga relación con el CERN. "Lo que esperamos ahora es seguir fortaleciéndola; estamos trabajando directamente con ellos en expandir nuestra operación tanto a nivel de desarrollo, como de formación científica y doctoral, además de avanzar en la formación de técnicos profesionales altamente capacitados".

enteramente diseñada y fabricada en Chile. Es una plataforma móvil específicamente diseñada para mover y calibrar calorímetros de hasta 8 toneladas con una precisión de 1 mm, y que sus movimientos pueden cubrir un espacio de 2 metros cúbicos aproximadamente", explica Carlos Flores.

En paralelo a todas las iniciativas experimentales está Mauricio Oviedo, doctor en física e investigador posdoctoral de la UNAB, quien realiza investigación en física de partículas teórica, con especial énfasis en la fenomenología de colisionadores.

Estudio y luego implemento toda la física detrás de estos fenómenos y, mediante simulaciones computacionales, reproduzco condiciones similares a las observadas en colisionadores de partículas. Esto me permite realizar predicciones teóricas que pueden ser contrastadas con datos experimentales", afirma Mauricio Oviedo.

## CHILE, MIEMBRO ASOCIADO DEL CERN

Actualmente, la Universidad Andrés Bello, a través de su Centro Técnico Experimental de Física de Partículas, alberga al Instituto Milenio de Física Subatómica en la Frontera de Altas Energías (SAPHIR), junto al cual realizan parte importante de estas investigaciones. Este instituto está integrado además por las universidades Católica de Chile, Federico Santa María y de La Serena.

El trabajo científico que se realiza desde Chile adquiere especial relevancia tras la reciente firma del tratado que permitirá el ingreso de Chile como Estado Miembro Asociado del CERN.

Ser miembro asociado, desde la perspectiva científica, abre nuevas oportunidades; nos permite estar en la frontera del desarrollo de la ciencia poniendo en valor un trabajo de más de una década de nuestra comunidad científica, y de seis años de nuestra facultad. La oportunidad país que tenemos al aceptar este desafío es aportar y participar desde la industria y a través de la formación de personal técnico de excelencia, impulsando a Chile al desarrollo", destaca Pierre Paul Romagnoli, decano de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Andrés Bello.

## ¿CÓMO SE COORDINA EL TRABAJO INTERNACIONAL DESDE CHILE?

Cristópher Figueroa, ingeniero de física aplicada de la UNAB, lo resume así: "Se basa en una comunicación estructurada a

través de reuniones online periódicas, plataformas colaborativas o también protocolos técnicos bien definidos. A pesar de la distancia, el trabajo está sincronizado y se pueden compartir los avances, resolver problemas en conjunto y mantener claro cuál es el objetivo". Esta metodología permite, por ejemplo, diseñar piezas en Chile que luego se instalan en Europa.

Uno de los que aplica esta dinámica es Vicente Agosin, ingeniero en control e instrumentación industrial del CTEPP, quien ha desarrollado placas de prueba para evaluar y certificar el comportamiento de chips específicos en ambientes de radiación. "Estos chips, una vez validados, se integrarán en placas mayores que serán parte de los sistemas utilizados en los detectores del CERN", indica.

Todo este esfuerzo exige una infraestructura computacional de altísimo nivel. Esa es la misión de Yuri Ivanov, ingeniero de sistemas, doctor en Física y Matemáticas e investigador, quien asegura la operatividad informática de las investigaciones de la UNAB, SAPHIR y otras instituciones asociadas. "En particular, esto incluye la creación, el mantenimiento y el desarrollo del cluster de computación heterogénea, los servidores de almacenamiento de datos y el establecimiento de la funcionalidad en el cluster de todos los paquetes de programas especializados necesarios", señala.

Gracias a este soporte, investigaciones en las que participa Martín Bastías, estudiante de último año de Ingeniería Física de la UNAB, son posibles desde Chile. El opera un microscopio llamado LASSO (Solo existen cinco en el mundo), que permite analizar las trazas que imprimen las partículas generadas en la interacción de los neutrinos con los núcleos atómicos contenidos en unas láminas llamadas emulsiones nucleares.

El equipo UNAB transmite un sincero sentimiento de orgullo que se refleja en la labor que cada cual, desde sus distintos roles, realiza para contribuir al avance del conocimiento generado en el CERN. Así lo resume Ángel Garay, técnico en Automatización y Control Industrial del CTEPP UNAB, quien corta, perfora y graba piezas, entre otras tareas. "Lo que más valora es el avance del conocimiento y la colaboración internacional, ya que implica contribuir directamente al entendimiento fundamental del universo. Además, reunir a científicos, ingenieros y técnicos fomenta una colaboración científica sin límites", explica.