

Física de alto impacto



Equipo que conforma la colaboración DUNE en la Universidad de Manchester. Reunión del 12 de septiembre de 2022. Crédito: Colaboración DUNE.

Unimagdalena consolida su participación en NOvA y DUNE, dos de los experimentos de física de partículas más importantes del mundo, financiados por agencias de los Estados Unidos, Europa y Asia. Recientemente, el profesor Enrique Arrieta Díaz, de la Facultad de Ingeniería, participó en una capacitación y en una reunión de expertos en Inglaterra asociadas a la segunda iniciativa, aprendizaje que se traducirá en grandes beneficios para la docencia y la investigación en Santa Marta.

Las inquietudes de la humanidad respecto al funcionamiento del universo han dinamizado durante siglos el desarrollo de ciencias como la matemática y la física, que han postulado teorías y modelos para comprender y predecir situaciones cotidianas como la gravedad, pero también universos paralelos y espacios multidimensionales. En el terreno de lo microscópico, desde la década del cuarenta del siglo XX los científicos postularon un modelo estándar de la física de partículas para describir la estructura fundamental de la materia y el vacío. Aunque desde entonces ha sido corroborado con innume-

La vinculación del académico con NOvA data de sus épocas de posgrado. Hace tres años vinculó a la Universidad del Magdalena al experimento y desde hace cuatro meses la sumó a DUNE, conformado por un selecto grupo de 200 instituciones de todo el mundo.

rables experimentos, todavía hay muchos fenómenos que se escapan a su comprensión. En consecuencia, académicos de todo el mundo unen esfuerzos para desarrollar pruebas que den nuevas explicaciones a nivel cuántico.

Dentro de las partículas clave para explicar el origen del universo se encuentran los neutrinos, producidos en el sol, las supernovas y los rayos cósmicos, entre otros fenómenos. Pese a que el modelo estándar señaló por mucho tiempo que los neutrinos carecían de masa, recientes investigaciones comprobaron su existencia y ahora el reto es explicar su origen por medio de experimentos de alto impacto que agrupan a agencias científicas de diversas partes del mundo.

Los dos experimentos de neutrinos más importantes del momento son NOvA y DUNE, los cuales tienen sus centros de operaciones en el laboratorio Fermilab de Estados Unidos. NOvA tuvo un presupuesto inicial de 300 millones de dólares y cuenta con 250 científicos de todo el mundo que representan a 51 instituciones. Por su parte, DUNE posee un presupuesto inicial de 3.000 millones de dólares, rubro aportado por Estados Unidos, y agrupa a 1.400 científicos de todo el mundo vinculados a cerca de 200 instituciones de 30 países.

Sus investigaciones operan a partir de inmensos equipos por medio de los cuales los físicos descubrieron la capacidad de los neutrinos de cambiar de estado (entre electrónico, muónico y tauónico) mientras viajan en el espacio. Los científicos han llegado a la conclusión de que ese fenómeno que ocurre mientras se desplazan implica que los neutrinos tienen masa, hallazgo que obliga a pensar en una extensión del modelo estándar de la física de partículas postulado hace más de ochenta años. Por lo tanto, NOvA y DUNE, que adicio-

nalmente buscan neutrinos estériles por fuera del modelo estándar, no son cualquier experimento.

Las oscilaciones de los neutrinos

Desde hace más de una década, los investigadores de DUNE se preguntan por la forma de medir las oscilaciones de los estados de los neutrinos en largas distancias. Con ese fin están construyendo y siguen mejorando un rayo especial de neutrinos e inmensos detectores en dos sitios diferentes: el campus del laboratorio Fermilab, cerca de Chicago, y en la vieja mina de Homestake, en Dakota del Sur, ambos en Estados Unidos. El principio físico de estos detectores se basa en las interacciones de los neutrinos con el argón líquido, elemento del que están llenos.

Las partículas cargadas que se producen en el argón líquido luego de las interacciones con los neutrinos son estudiadas con una alta resolución espacial a través de cámaras de proyección temporal (TPC, por su sigla en inglés). Luego de ser disparados desde Fermilab, los neutrinos viajan bajo tierra, entre un detector y el otro, a lo largo de 1.300 kilómetros, mientras oscilan del estado muónico al electrónico y al tauónico. El objetivo de los científicos es analizar el proceso de oscilación y estudiar a fondo los pocos neutrinos que logran detectar luego del largo viaje. A esa indagación están asociados complejos sistemas computacionales que estudian el comportamiento de los neutrinos y los detectan mediante sofisticados algoritmos.

La Universidad del Magdalena, a través del profesor Enrique Arrieta Díaz, de la Facultad de Ingeniería, hace parte de NOvA desde hace tres años y de DUNE desde hace cuatro meses. Del 4 al 18 de septiembre de 2022, el científico viajó a Inglate-

rra para participar del LArSoft Workshop de DUNE, en la Universidad de Lancaster, y en la reunión de la colaboración DUNE, en la Universidad de Manchester. Su participación fue auspiciada por el Latin America-UK Neutrino Initiative.

Arrieta Díaz es físico y magíster en Física de la Universidad de los Andes, doctor en Física de Michigan State University y realizó su posdoctorado de la Southern Methodist University, en Dallas, Estados Unidos. Su vinculación con NOvA data de sus épocas de posgrado, hace doce años. Está convencido de que puede ofrecerles a sus estudiantes una educación de alta calidad desde los inicios de la carrera, un propósito en el que tecnologías como las de los experimentos NOvA y DUNE son fundamentales. “La participación de nuestra universidad en ambas iniciativas es una herramienta sine qua non para la educación y la investigación de alta calidad. Mediante la colaboración en ellas, la Universidad del Magdalena se asegura múltiples décadas en las cuales contribuirá de manera superlativa al desarrollo del territorio y del país”, señala.

El académico y sus estudiantes, entre ellos dos de maestría en Física de la Universidad Nacional de Colombia y otro de ingeniería de sistemas de Unimagdalena con ayudantía, se conectan desde Bogotá y Santa Marta a los servidores de alta tecnología de Fermilab en Chicago para aportar al equipo científico, lo que facilita también el acceso a tecnología de punta y a experimentos de altísimo nivel de los cuales difícilmente podría disfrutar un país como Colombia.

Además de Unimagdalena, otras instituciones nacionales vinculadas a DUNE son la Universidad de Medellín, la Universidad de Antioquia, el EIA de Medellín, la Universidad Antonio Nariño, la Universidad Sergio Arboleda y la Universidad del Atlántico. El profesor Arrieta Díaz, en nombre de su institución y de otras dos, presentó a Co-

La importancia de experimentos como NOvA y DUNE no solo radica en sus grandes aportes experimentales a la física de partículas. Mucha de la tecnología de la cual hoy nos beneficiamos en la cotidianidad y en la medicina surgió de los diseños iniciales de iniciativas de gran calado como estas, por ejemplo, tratamientos contra el cáncer. “La www se creó en el laboratorio CERN para que los cientos de científicos de partículas asociados se comunicaran rápidamente. Los circuitos de luz permitieron que los celulares tuvieran cámaras de alta resolución. Los primeros servidores surgieron de este tipo de experimentos y luego fueron llegando a los hogares”, explica el profesor Arrieta Díaz, quien añade que la tecnología cotidiana siempre ha estado asociada a los desarrollos de la física de partículas. “Primero se descubrió el electrón y luego nuestra civilización se volvió electrónica. Primero se postuló la relatividad y luego se diseñó el GPS. Recientemente, los computadores de estado sólido surgieron de experimentos de materiales y partículas. Los beneficios de experimentos como NOvA y DUNE son incalculables y van a producir grandes cambios en el mundo”.

lombia como anfitriona para la próxima reunión de la colaboración del experimento en septiembre de 2023. Al final, Unimagdalena fue candidatizada como sede del evento. De ser elegida, nuestro campus tendría el privilegio de contar con la presencia de 200 de los físicos de partículas más importantes del mundo.