



Gabriela Aurelio, Astrid Bengtsson y Karina Pierpauli

LAHN, CNEA

El Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones ¿Qué es? ¿Para qué sirve?

El estudio de la materia, en todas sus formas, constituye una de las áreas más extensas del conocimiento científico y nos permite ir desde la comprensión del funcionamiento celular hasta el desarrollo de innovadores materiales tecnológicos. Entender la materia nos habilita a proponer soluciones a los desafíos que afrontamos hoy en día como sociedad en áreas de medio ambiente, salud, alimentos, eficiencia en transporte, comunicaciones, fuentes de energía renovable y conservación del patrimonio cultural y natural.

Hay tres sondas fundamentales que se utilizan para explorar la materia: los electrones, los fotones y los neutrones. La mayor parte de lo que llamamos instrumenta-

ción científica –aquellos aparatos y herramientas que se emplean para realizar experimentos y obtener información sobre el funcionamiento de las cosas– utilizan alguna de esas tres sondas. Así es como, por ejemplo, un microscopio óptico emplea un haz de luz visible (compuesto por fotones) para obtener una imagen aumentada de un objeto de tamaño microscópico, es decir, del orden de los micrómetros; y un microscopio electrónico emplea haces de electrones para revelar ciertos otros detalles, aún más pequeños, en la escala de los nanómetros.

Durante las últimas décadas, el increíble progreso tecnológico ha abierto nuevas puertas para construir herramientas cada vez más sofisticadas, que permiten a la ciencia expandir las fronteras del conocimiento de la

¿DE QUÉ SE TRATA?

Técnicas de origen nuclear dedicadas al análisis detallado de muestras que permiten resolver problemas tanto científicos como industriales.

Las *técnicas neutrónicas* son un conjunto de herramientas experimentales cuyo funcionamiento requiere el uso de haces de neutrones con un flujo elevado. Estos haces solo pueden conseguirse en reactores de investigación y en fuentes pulsadas o aceleradores. Cada técnica permite abordar diferentes aspectos del estudio de la materia, y el instrumento que hace falta construir para usarla tiene sus propias características. Algunas permiten obtener 'imágenes' del interior de grandes objetos, opacos a la vista, como fósiles de dinosaurios o elementos arqueológicos de nuestro patrimonio que se deben estudiar sin destruir. Otras, permiten estudiar el orden magnético en un material diseñado para un almacenamiento eficiente de información, algunas permiten estudiar cómo

se comporta el ion litio en una batería en funcionamiento, o cómo se puede almacenar hidrógeno en un cierto material para las nuevas tecnologías verdes. Hay técnicas neutrónicas para estudiar la estructura interna de membranas biológicas que cumplen funciones complejas, o la estructura cristalina de proteínas para avanzar en nuestra comprensión de enfermedades. El carácter transversal de las técnicas neutrónicas, por ser aplicables en un espectro muy grande de problemas, les concede un alto impacto social.

En los próximos artículos desarrollaremos cómo se emplean las técnicas neutrónicas en algunas ramas destacadas de la ciencia en la Argentina como la paleontología, las energías verdes y los nuevos materiales para una sociedad sostenible.

materia. Comenzaron a construirse las llamadas grandes instalaciones experimentales, lugares donde la instrumentación y el nivel de equipamiento científico exceden la escala de un laboratorio convencional y proveen a la comunidad científica de herramientas de gran porte y complejidad. Un ejemplo de estas grandes instalaciones, agrupadas bajo el término *Big Science* ('ciencia grande', en castellano), es el centro europeo de física de partículas, el Centre Européenne pour la Recherche Nucleaire (CERN) donde opera el gran acelerador de hadrones Large Hadron Collider (LHC). En el CERN se hacen chocar haces de partículas subatómicas a gran velocidad y se analizan los productos para descubrir nuevas partículas o nuevos mecanismos físicos de interacción.

Existen también otros laboratorios de gran escala que producen las sondas descritas, como los sincrotrones, que generan fotones de alta energía, y las fuentes de neutrones. Se trata de verdaderas proezas tecnológicas que han ampliado los límites de sensibilidad y resolución espacial y temporal de las mediciones, logrando que el estudio de la estructura de la materia y su dinámica pueda hacerse a un nivel cada vez más detallado y con fuerte impacto en el avance científico. Esto permitió desarrollar nuevos materiales con mejores propiedades para cada aplicación y este éxito hizo que las grandes instalaciones comenzaran a replicarse y aumentar en número, tamaño y complejidad alrededor del mundo.

Haces de neutrones

El uso de haces de neutrones para el estudio de la materia tiene, en la Argentina, una larga historia liderada por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Allí,

desde hace varias décadas, se han consolidado grupos de investigación que realizaron, y realizan, aportes significativos en el área de técnicas neutrónicas y que han sido, además, semillero de formación de recursos humanos.

El Laboratorio de Haces de Neutrones (LAHN), un nuevo centro de investigación dedicado al estudio de la materia mediante técnicas neutrónicas, albergará la primera gran instalación experimental de haces de neutrones en Latinoamérica. Para alcanzar la categoría de clase mundial, contará con un flujo elevado de neutrones, superior a los 100.000 neutrones por cm^2 y por segundo sobre la muestra, provistos por el Reactor Argentino Multipropósito RA-10, un reactor de investigación que la CNEA está construyendo en la localidad bonaerense de Ezeiza. El reactor produce haces de neutrones que son transportados hacia un conjunto de instrumentos avanzados.

El LAHN ofrecerá capacidades comparables a las de los más modernos y avanzados laboratorios de investigación con técnicas neutrónicas internacionales, como el Australian Center for Neutron Scattering (ACNS) en Australia, el Instituto Laue-Langevin (ILL) en Francia y el Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ) en Alemania. El australiano ACNS, cuyos haces de neutrones son producidos en el reactor OPAL diseñado y construido por la empresa rionegrina INVAP, es un caso emblemático. Abrió sus puertas en 2007 con siete instrumentos; hoy cuenta con quince. Recibe la visita anual de alrededor de setecientos usuarios del sector académico y la demanda del sector privado-industrial ronda el 5% del tiempo total de haz. Ante esta sobredemanda de sus instrumentos hay un proyecto de ampliación en marcha.

El LAHN operará como lo hacen las llamadas 'instalaciones orientadas a usuarias y usuarios', donde los la-

boratorios son visitados por períodos breves (entre dos y cinco días) por científicas y científicos de distintas disciplinas. Durante la visita, estos equipos de trabajo realizan los experimentos por sí mismos, contando con la asistencia científica y técnica del personal del LAHN. Para tener acceso a estas visitas, los experimentos propuestos deben ser formulados de forma tal de dar respuesta a un problema concreto. Pasan luego a una etapa de evaluación previa con el fin de garantizar su factibilidad técnica así como la relevancia y pertinencia de la técnica neutrónica elegida para la resolución de ese problema. Este sistema, implementado en muchas grandes instalaciones, asegura una contribución significativa al conocimiento.

Un poco de historia

En 2010, en el marco del Plan Nuclear Argentino, la CNEA, en asociación con INVAP, emprendió el desafío de diseñar, construir, operar y explotar un reactor de investigación de clase mundial que denominamos actualmente 'Reactor Multipropósito RA-10'. Este lanzamiento representó una oportunidad para el desarrollo de varios campos de la tecnología, como el reposicionamiento y

la diversificación en la producción de radioisótopos, el desarrollo de combustibles nucleares, la posibilidad de convertir a nuestro país en uno de los pocos países productores de silicio dopado por transmutación neutrónica de alto impacto industrial, entre otras cosas.

Abrió también la posibilidad de disponer, por primera vez en la Argentina, de haces de neutrones de alto flujo que permitiesen implementar técnicas neutrónicas experimentales de vanguardia. Ante esta oportunidad, la comunidad regional de usuarias y usuarios de estas técnicas, que ya tenía experiencia realizando este tipo de experimentos en centros internacionales, comenzó a organizarse. La convergencia de voluntades de investigadores e investigadoras sumada al apoyo y convicción de las autoridades de la CNEA se materializó en 2014 con la creación del 'Proyecto Laboratorio de Haces de Neutrones del RA-10'. Los dos años siguientes sirvieron para formular un plan estratégico que permitiera transformar las ideas preliminares en acciones concretas.

En 2015 el LAHN se incorporó a la estructura orgánica de CNEA y comenzó a integrarse el equipo de trabajo responsable de llevar adelante el plan para implementar el laboratorio, basado en la definición de cuatro objetivos estratégicos:



El reactor RA-10 en construcción, 2022. Foto CNEA

Consolidar una comunidad de usuarios y usuarias del sector científico-tecnológico e industrial nacional y regional.

Implementar un laboratorio nacional, abierto y orientado a usuarias y usuarios.

Formar los recursos humanos necesarios tanto para el desarrollo como para el funcionamiento del LAHN.

Consolidar a la República Argentina como un referente en la región en esta área.

En pocas palabras el LAHN se concibe como un laboratorio nacional de caracterización por técnicas neutrónicas de vanguardia, puesto a disposición de los sectores académicos, tecnológicos e industriales tanto argentinos como latinoamericanos.

¿Qué se podrá estudiar en el LAHN?

El laboratorio abrirá sus puertas a la comunidad científica con un conjunto inicial de cinco instrumentos. Para planificar los instrumentos a instalar y su progresión, se utilizó una metodología inclusiva que convocó a la comunidad científica argentina en pleno a manifestar su interés mediante la presentación de documentos planteando las líneas de investigación que se verían impulsadas gracias a contar con estas herramientas. Estos documentos, llamados 'Casos Científicos del LAHN', tuvieron así un carácter transversal, multiinstitucional y federal y

sirvieron para demostrar el interés de la comunidad en disponer prioritariamente de ciertas técnicas neutrónicas, como dispersión de pequeño ángulo, difracción de polvos y de objetos, reflectometría de neutrones polarizados y técnicas de imágenes por neutrones.

Dos de los instrumentos, de una gran complejidad tecnológica, están siendo desarrollados íntegramente por la CNEA. Para ello se convocó a especialistas de la institución en temas como blindaje de radiación, óptica neutrónica, detectores, diseño mecánico, control y automatización, criogenia, etcétera. Se llamó, además, a científicos de varias disciplinas especializados en la aplicación de estas técnicas de medición. De esta forma, integrando saberes existentes con la generación de nuevas capacidades adquiridas a través de capacitaciones, estancias en el exterior y colaboraciones institucionales, se abordó un desafío tecnológico de gran envergadura como es el diseño y la construcción de instrumentación neutrónica.

Los restantes tres instrumentos, destinados a las técnicas de dispersión a pequeño ángulo y reflectometría, serán transferidos al LAHN provenientes de dos laboratorios internacionales, con los cuales se firmaron acuerdos de cooperación. Esta segunda estrategia responde a una necesidad de entrenamiento con tecnologías ya bien establecidas, que permitan dar respuesta rápida a las demandas de la comunidad científica, para luego abordar el desafío de la innovación sobre estas técnicas.



Imagen digital del complejo científico-tecnológico RA-10 en el Centro Atómico Ezeiza, que incluye las instalaciones de instrumentación neutrónica del Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN). Imagen CNEA

Creando comunidad

El LAHN cuenta con una serie de programas bien establecidos para ofrecer capacitaciones a su personal, así como a toda la comunidad científica que podrá hacer uso de las instalaciones al ponerse en marcha. La Escuela de Posgrado ETNA (Escuela de Técnicas Neutrónicas Aplicadas) se realiza anualmente desde 2016, con la participación de alrededor de treinta graduadas y graduados en cada una de sus ediciones, y con un plantel de docentes formado por expertas y expertos nacionales e internacionales. También se organizan cursos de posgrado sobre diferentes temáticas donde se emplean técnicas neutrónicas, y se colabora con otros centros similares para el intercambio de profesionales y entrenamiento especializado.

Proyectos de esta magnitud solo son posibles con el acompañamiento de políticas públicas en ciencia y tecnología que fortalezcan las estrategias de formación de recursos humanos y de promoción del uso de técnicas neutrónicas para que todas las instituciones del país se involucren y participen activamente, desde el momento de su implementación hasta su posterior funcionamiento y explotación en beneficio de todo el sector, logrando que el LAHN realmente se convierta en un laboratorio nacional.

El gran potencial del LAHN, una ventana a lo que será

El LAHN tiene previsto abrir sus puertas para comenzar a realizar experimentos en 2025, una vez puesto en marcha y obtenido el licenciamiento del Reactor de Investigación Multipropósito RA-10.

A partir de ese momento, a través de convocatorias semestrales, equipos de investigación de todo el mundo podrán solicitar 'tiempo de haz', es decir, un período típicamente de algunos pocos días, en los cuales un dado instrumento se pone a su disposición para realizar experimentos, con el acompañamiento y la asesoría permanentes de personal científico y técnico del LAHN. También puede solicitar tiempo de medición el sector privado e industrial, para que las técnicas neutrónicas ofrezcan respuestas a problemas muy específicos.

Las aplicaciones son muchas y en futuros artículos desarrollaremos algunos ejemplos emblemáticos del uso de las técnicas neutrónicas en distintas disciplinas como el estudio de materiales para una transición energética, en el área de la paleontología, en la de patrimonio cultural, y en la búsqueda de soluciones para una sociedad más sustentable. ■

LECTURAS SUGERIDAS

ANDERSEN PH & ÅBERG S, 2017, 'Big-science organizations as lead users: A case study of CERN', *Competition and Change*, 21 (5): 345-363. doi.org/10.1177/1024529417724025

ARGYRIOU DN, 2019, 'Large-science facilities must continue to add value to the scientific community', *International Union of Crystallography Journal*, 6: 782-783. doi.org/10.1107/S2052252519011709

HEINZ MAIER-LEIBNITZ ZENTRUM (MLZ), 2019, 'Societal impact report on the research neutron source Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) and its scientific use'. mlz-garching.de/media/societal-impact-report-online.pdf



Gabriela Aurelio

Doctora en física, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo.

Investigadora en la CNEA y responsable del área de vinculación nacional e internacional. LAHN. Investigadora del Conicet. lahn@cnea.gov.ar



Astrid Bengtsson

Doctora en psicología, Universidad Autónoma de Madrid.

Docente en la Maestría en Ciencia, Tecnología e Innovación y Especialización en Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Río Negro. Investigadora de la CNEA en el LAHN.



Karina Pierpauli

Ingeniera química, Universidad Nacional del Litoral.

Investigadora y jefa de Departamento de la CNEA y directora ejecutiva del LAHN.