

La superconductividad es un fenómeno cuántico que se manifiesta macroscópicamente como la pérdida repentina de la resistencia eléctrica de materiales que llamamos superconductores y que también expulsan el campo magnético de su interior. Descubierta en 1911 y descrita parcialmente por la teoría BCS (Bardeen, Cooper y Schrieffer) en 1957, la superconductividad ha venido a revolucionar los sectores científico y tecnológico. El concepto de apareamiento electrónico fue fundamental para describir la superconducción en los superconductores que hoy conocemos como convencionales cuyas temperaturas críticas no superan los 40 K. Este mismo apareamiento electrónico es el que produce la superconducción en los superconductores de alta temperatura crítica aunque todavía no se conozca el mecanismo microscópico que lo origina. El apareamiento electrónico ha sido generalizado a otras partículas que comparten el mismo carácter estadístico fermiónico del electrón. Por ejemplo, otro fenómeno cuántico macroscópico es la superfluidez del fluido helio-3 que pudo ser explicada usando el mismo concepto de apareamiento entre sus átomos fermiónicos.

La superconductividad ha impulsado tecnologías emergentes en diferentes sectores de la actividad humana. Por ejemplo, en el transporte de personas propició la creación de los trenes levitados que aunque todavía no son rentables económicamente como para masificarlos, ya son una realidad que prosiguió a la fantasía. El sector salud también se ha visto impactado por el uso de la superconductividad en la construcción de instrumentos de gran precisión tales como las máquinas para realizar imágenes de resonancia magnética, entre otros.

Por otro lado, los retos relacionados al crecimiento de la demanda energética, el envejecimiento de las redes eléctricas y la necesidad de ahorro de energía, entre otros, han generado la necesidad de buscar tecnologías alternas. Una de esas tecnologías es la superconductividad. Dispositivos tales como los limitadores de corriente para prevenir fallas de superconducción, los cables de potencia superconductores y últimamente los generadores eólicos superconductores de más de 10 MVA han sido activamente desarrollados para responder al envejecimiento de las redes eléctricas nacionales, el incremento de la demanda en sitios congestionados como las ciudades y para minimizar el costo de las infraestructuras. Esos dispositivos permiten no solamente mejorar el servicio eléctrico sino que también complementan a las fuentes de energía petrolíferas y aquellas de energías renovables.

La superconductividad abarca tantas áreas del conocimiento que no existe un curso de superconductividad integral que conecte su desempeño en la ciencia de los materiales, con las teorías físicas que intentan explicar el fenómeno y con sus aplicaciones. Para aprovechar de la superconductividad y su potencial para su uso en ciencia y tecnología, es importante que las nuevas generaciones de científicos y tecnólogos tengan una base de conocimientos sólidos en el tema. Así, las **Escuelas de Superconductividad** tienen como objetivos proporcionar a los estudiantes de las licenciaturas y de los posgrados las bases tanto en la ciencia básica (materiales y física) como en la ingeniería (aplicaciones). En un contexto más general, hoy en día, es esencial para la formación de los jóvenes tener bases

científicas y tecnológicas sólidas para enfrentar retos aún más complejos involucrando conocimientos interdisciplinarios y multidisciplinarios.

La semana del 17 al 21 de junio de 2019 se realizó la 3a Escuela de Superconductividad en el Auditorio Emilio Rosenblueth del Instituto de Ingeniería de la UNAM, con una participación de 66 estudiantes de tanto del área metropolitana (59) como de la provincia (7). Los estudiantes fueron de la licenciatura (41) y del posgrado (25), de física, ingeniería y áreas afines. Los estudiantes de licenciatura fueron apoyados por el proyecto PAPIME-2019 PE107519. La ceremonia de inauguración estuvo presidida por el Dr. Luis Agustín Álvarez Icaza Longoria, Director del Instituto de Ingeniería, UNAM. Además, contamos con la presencia del presidente de la División de Estado Sólido de la Sociedad Mexicana de Física, el Dr. Miguel Cruz Irisson.

Esta 3a Escuela de Superconductividad es la continuación de dos anteriores: La 1a Escuela de Superconductividad realizada del 24 al 27 de octubre de 2016 en la Sala de Eméritos del Instituto de Física de la UNAM, con la participación de 40 alumnos (8 de la provincia y 32 de la zona metropolitana); la 2a Escuela se realizó del 15 al 18 de noviembre de 2017, en el auditorio, del Instituto de Física de la Benemérita Universidad de Autónoma de Puebla, con la participación de 60 estudiantes (35 del área metropolitana y 25 de la provincia).

La 3a Escuela contó con la participación de 16 profesores e investigadores de diferentes instituciones nacionales y extranjeras. A manera de introducción al tema de la superconductividad se ofrecieron cuatro cursos de 2 horas cada uno, donde se presentaron los conceptos básicos sobre todo para los estudiantes que se adentraron por primera vez al tema. En los cursos se tocaron los temas relacionados con la superconductividad convencional explicada por la teoría de Bardeen, Cooper y Schrieffer, más comúnmente conocida como BCS, aplicaciones industriales y científicas, las características físicas principales de los superconductores y la sintetización de superconductores de alta temperatura crítica. Además, se ofrecieron trece seminarios impartidos por los expertos sobre sus temas de investigación, sobre teorías, experimentos y aplicaciones. A continuación enlistamos todos los cursos, seminarios y visitas a laboratorios.

--- Dra Elizabeth Chavira Martínez del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM
Seminario titulado "*Study the synthesis by ambient pressure, crystalline structure and magnetic properties in (K,Ba)-Cu-O-Fe and K-(Fe,Cu)-Se systems*"
Curso titulado "*Preparación del superconductor Bi-Sr-Ca-Cu-O policristalino*"

--- Dr. Carlos Ramírez Ramos de la Facultad de Ciencia de la UNAM
Seminario titulado "*Superconductores nanométricos*"

--- Dr. Omar de la Peña Seaman del Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Seminario titulado "*Superconductividad en hidruros metálicos: ¿Qué tan importante es estar bajo presión?*"

--- Dr. Omar A. Hernández Flores de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Seminario titulado "*Solución basada en transformada rápida de Fourier de inhomogeneidades macroscópicas en superconductores Tipo II*"

--- M. en C. Raúl W. Gómez y González de la Facultad de Ciencia de la UNAM
Curso titulado "*¿Qué es la superconductividad?*"

--- Dr. Chumin Wang Chen del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM
Seminario titulado *“Teoría de superconductividad formulada en el espacio real y su aplicación en nanoestructuras”*

--- Dr. Adrián González Parada de la Universidad de Guanajuato
Seminario titulado *“Del Cu a los materiales superconductores; el desarrollo de generadores lineales”*

--- Dr. Francisco Morales Leal del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM
Seminario titulado *“Superconductores sin centro de inversión”*

--- Dr. Frederic Trillaud del Instituto de Ingeniería de la UNAM
Curso titulado *“Overview of Applied Superconductivity”*
Curso titulado *“Modelado y simulación de superconductores de segunda generación”*

--- Dr. Petr Dolgoshev del Centro de Investigación y Desarrollo CARSO del Servicio Condumex S.A.
Seminario titulado *“Los resultados principales de desarrollo, instalación y evaluación de 3 cables superconductores fabricados en CIDEC”*

--- Dr. Guilherme Sotelo de la Universidad Fderal Fluminense, Brasil
Seminario titulado *“Recent Superconductivity Large Scale Applications in Rio de Janeiro”*

--- Dr. Marco Breschi de la Universidad de Bolonia, Italia
Curso titulado *“Superconducting magnets: main applications and technological issues”*

--- Dra. Patricia Salas del Instituto de Física de la UNAM
Seminario titulado *“La importancia de considerar la variación del número de pares de Cooper sobre las propiedades de los cupratos bajodopados”*

--- Dra. Carolina Romero Salazar de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Seminario titulado *“Modelado de inhomogeneidades macroscópicas en superconductores de tipo II”*

--- Dr. Israel Chávez Villalpando del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM
Seminario titulado *“Pares de huecos en superconductividad”*

--- Dr. Adolfo Quiroz Rodríguez de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla
Seminario titulado *“Diferentes métodos de síntesis para obtener materiales Superconductores”*

Los estudiantes a nivel de doctorado presentaron sus trabajos de investigación en una sesión de carteles que se realizó en el vestíbulo del Edificio 1, del Instituto de Ingeniería.

La sesión de clausura incluyó con la participación crítica de cada uno de los estudiantes quienes opinaron sobre la organización y los temas abordados de la Escuela; las opiniones serán consideradas para la organización de la 4a Escuela de Superconductividad.

El comité organizador local integrado por los Drs. Frederic Trillaud, Carlos Ramírez, y Miguel Ángel Solís, agradecen el apoyo económico recibido de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico a través del fondo PAPIME-2019 PE107519, al Instituto de Ingeniería por proporcionar el lugar y su soporte técnico durante los días del evento, y a la Sociedad Mexicana de Física por su apoyo logístico.

FIN



Participantes de la 3a Escuela de Superconductividad, 17-21 de junio de 2019, en el Instituto de Ingeniería de la UNAM.