

Semblanza del Dr. Roberto Escudero Derat

Roberto Escudero Derat, es Profesor e Investigador en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México. Obtuvo los grados de Licenciatura y de Maestría en Ciencias (Física) en la Facultad de Ciencias, de la UNAM, en los años de 1969 y de 1980, respectivamente. El grado de doctor en Física (Ph.D.) en la Universidad de Waterloo, Canadá, en el año de 1984. La investigación doctoral del Dr. Escudero fue en el tema de superconductividad, mientras su trabajo posdoctoral estuvo relacionado con estudios de Ondas de Densidad de Carga (distorsiones de Peierls).

Las investigaciones del Dr. Roberto Escudero se han centrado en la física experimental, particularmente en el estudio de fenómenos de superconductividad. Más recientemente su interés se ha centrado en otros tópicos de estado sólido y materia condensada. En general, los temas que trata en sus investigaciones tienen que ver con las propiedades electrónicas de materiales y con sistemas altamente correlacionados.

Una de las herramientas más afines para llevar a cabo sus estudios, tanto en materiales superconductores como en otros sistemas, es el efecto túnel electrónico. Esta técnica usada en sus investigaciones la inició desde sus estudios de Maestría en Ciencias con el Prof. T. A. Will, y la continuó en Canadá con el Prof. H. J. T. Smith. El Efecto Túnel electrónico es una técnica espectroscópica que sin lugar a dudas es la más adecuada para estudiar el estado superconductor. Sus estudios en diversos materiales con esta técnica ubican al Dr. Escudero como uno de los expertos mundiales en el manejo de túnel electrónico y de la espectroscopía de contactos puntuales. Esta metodología experimental la ha usado exhaustivamente en el campo de la superconductividad, como también en estudios de propiedades electrónicas en materiales no superconductores.

A lo largo de los años, como profesor e investigador, el Dr. Roberto Escudero ha logrado construir uno de sus más preciados logros: su *Laboratorio de Bajas Temperaturas y Superconductividad*, localizado en el Instituto de Investigaciones en Materiales. Este laboratorio, construido a lo largo de más de 30 años, puede ser considerado como uno de los más equipados y completos del mundo para realizar estudios a bajas temperaturas y estudiar propiedades electrónicas de materiales. Como ejemplo, baste citar algunas de las posibilidades de investigación que se pueden realizar: estudios sobre procesos electrónicos en materiales desde temperatura ambiente, hasta temperaturas del orden de 10 mK, en presencia de campos magnéticos intensos de 17 Teslas. Se cuenta además con equipos de magnetometría, susceptibilidad magnética, AC y DC, sistemas para medir calor específico, termopotencia, conductividad y resistividad eléctrica, conductividad térmica, tunelamiento electrónico, espectroscopía de contactos puntuales, efecto Hall, estudios de estructura cristalina y transporte electrónico a altas presiones con celdas de diamante, estudios de los cambios en la estructura cristalina debido a muy altas presiones —en este laboratorio se pueden realizar presiones máximas hasta de 170 GPa (170 mil atmósferas). También se cuenta con equipo para la fabricación de muestras a altas temperaturas, tanto en hornos convencionales como hornos de radiofrecuencia, sistemas para evaporar películas delgadas, por medio de evaporación catódica, y pulverización catódica, sistemas para crecimiento de monocristales con técnicas Bridgman, Zona Flotante, y Czochralski. Se cuenta con las

técnicas convencionales de refrigeración con He^4 , He^3 , dilución de He^3/He^4 , y por supuesto con licuefactores de Helio y Nitrógeno, que posee el propio IIM-UNAM. Siendo el Dr. Escudero el líder del grupo que estudiaba superconductores cerámicos de alta temperatura crítica en el IIM y por sus estudios de superconductividad fue que éstos equipos de refrigeración de Nitrógeno y Helio fueron otorgados, con financiamiento de PEMEX a la UNAM, en épocas de la efervescencia de la superconductividad de alta temperatura crítica, durante la década de finales de los años 80's.

Además de la física en superconductividad y magnetismo, el interés del Dr. Escudero también se encuentra en el estudio de fenómenos relacionados con competencia y/o coexistencia entre ambos fenómenos. Algunos ejemplos de materiales, en los que se ha observado y estudiado la competencia-coexistencia corresponden a los cupratos superconductores, a los fermiones pesados, a sistemas superconductores con simetría p o d . En este campo, el Dr. Escudero ha realizado estudios en sistemas en los cuales se presentan ambos fenómenos de coexistencia, cubriendo una amplia gama de temperaturas.

Asimismo, diversos materiales superconductores se han estudiado en su grupo. Algunos de ellos son; fases de Chevrel, Fermiones pesados, sistemas re-entrantes, materiales de la familia de boro-carburos, superconductores de alta temperatura crítica, aleaciones tipo A15, boruros, y otros sistemas. Actualmente, estudia sistemas relativamente más simples (desde el punto de vista de su composición química); por ejemplo, sistemas formados con metales de transición y boro. Un ejemplo más es el recientemente descubierto MgB_2 y la familia de compuestos formados con NbB_{2+x} . En este material, Escudero y sus colaboradores reportaron la más alta temperatura crítica de 9.8 K.

Recientemente, ha estudiado el comportamiento del calor específico en monocristales de Nb_3Sn , y Escudero y sus colaboradores han observado y estudiado la influencia de una transición estructural a 50-60 K que ocurre en la característica superconductor, habiendo determinado por primera vez el orden termodinámico de esta transición. Este estudio de características, completamente básicas, es de relevancia tecnológica, ya que el Nb_3Sn es uno de los principales superconductores usados para la fabricación de cables y bobinas superconductoras.

Actualmente los estudios que el Dr. Escudero investiga incluyen materiales superconductores, magnéticos, sistemas nano-estructurados, sistemas basados en carbono, termo-eléctricos, amorfos. En materiales magnéticos ha preparado uniones túnel con el fin de determinar la forma de inducir un orden magnético a través de la inyección de espines en sistemas paramagnéticos, permitiéndole determinar también los caminos libres medios de difusión de espines, y la posibilidades de efectos proximidad, por medio de inducción magnética en sistemas paramagnéticos.

Las contribuciones científicas más tempranas del Dr. Escudero fueron en el estudio de la superconductividad fuera de equilibrio, iniciadas éstas desde su doctorado en sistemas Josephson, y en los que estudió los procesos de surgimiento de corrientes superconductoras críticas, brechas de energía prohibidas de superconductores estimuladas por medio de radiación de microondas, comportamientos caóticos en sistemas superconductores fuera de equilibrio, tiempos de relajación de cuasipartículas en sistemas superconductores, y acoplamientos Josephson. Posteriormente, su actividad se enfoca en el campo de los superconductores de alta temperatura crítica. Sus contribuciones más importantes fueron en

el estudio del compuesto $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, en superconductores cerámicos basados en cuprato-bismuto, en estudios túnel en superconductores de alta temperatura crítica, y en compuestos de $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$.

Con espectroscopía de contactos puntuales ha estudiado las transiciones re-entrantes en superconductores del tipo Chevrel, HoMo_6S_8 , habiéndose demostrado, gracias a sus observaciones experimentales, la competencia entre ferromagnetismo y superconductividad.

El Dr. Escudero ha incursionado en el estudio de materiales cuasicristalinos, habiendo realizado cuidadosos estudios de efecto túnel y espectroscopia de contacto puntual, determinando con ello las características de la pseudobrecha en diferentes clases de cuasicristales. Este estudio es ampliamente citado en la literatura especializada de cuasicristales y ya se ha convertido en una referencia obligada sobre el tema. Actualmente estudia otros sistemas cuasicristalinos, proporcionados por el grupo de la Universidad de Iowa. En estos materiales se estudia el comportamiento magnético y las características de la densidad de estados electrónicos. En ellos se demuestra que no existe estructura fina en la densidad de estados electrónicos.

En el año de 1999 y mitad del 2000, en una estancia sabática, colaboró en el grupo del Prof. I. K. Schuller de la Universidad de California San Diego, realizando estudios túnel en sistemas magnéticos. Los estudios estuvieron encaminados a establecer bases físicas para decidir si una característica de corriente-voltaje, en un dispositivo túnel magnético, es debida a procesos túnel o a otros procesos de conducción. Éste es un problema no resuelto, poco estudiado, y que tiene relevancia al nivel de los procesos físicos fundamentales y de actualidad por el advenimiento de la espintrónica.

Formación de estudiantes y creación de infraestructura científica.

Respecto de la formación de recursos humanos y su experiencia docente, la actividad académica del Dr. Escudero es igualmente extensa. Ha participado en la formación de estudiantes de diversos grados y especialidades. Ha dirigido a 18 estudiantes de licenciatura tanto de las carreras de Física, Química, e Ingeniería. Ha dirigido los trabajos de 8 tesis de maestría, 8 de doctorado y 4 posdoctorados. Varios alumnos de posgrado de universidades Latinoamericanas han realizado estancias de investigación bajo su dirección; todos ellos mantienen actividades en diversos programas, tanto académicos como técnicos, en universidades o en la industria. Los alumnos dirigidos por el Dr. Escudero actualmente realizan actividades académicas en diversas universidades de México (en la Fac. Química-UNAM, CCMC-UNAM, CINVESTAV-Mérida, Depto Física-UJAT, Depto. Física-UAS, y en el IIM-UNAM), en universidades latinoamericanas y uno de ellos en el Reino Unido. La mayoría de los estudiantes de licenciatura trabajan en la industria y otros también en diversas universidades del país.

Por lo que corresponde a su labor docente, iniciada en 1968, abarca un gran número de cursos en física; de hecho, más de 50 cursos, impartidos principalmente en la Facultad de Ciencias de la UNAM, pero también en otras instituciones del país y extranjeras. En los últimos 10 años, su labor docente se ha centrado en dictar cursos en el Programa de Posgrado de Ciencias e Ingeniería de Materiales del IIM, en donde ha impartido, por mucho tiempo clases en los dos semestres del año escolar, pero sin descuidar la impartición de

clase en el nivel de licenciatura, en Facultades de la UNAM, y en otras instituciones públicas del país.

La labor de difusión de sus actividades científicas ha sido igualmente fructífera. Ha impartido un gran número de conferencias y seminarios de divulgación en diversos foros de la UNAM, así como de otras instituciones en la República. Durante muchos años, participó en los programas de “Sábados en la Ciencia”, patrocinados por la Academia de la Investigación Científica (Academia Mexicana de Ciencias). Sus charlas han sido en temas diversos, pero principalmente en los temas de la superconductividad y magnetismo. Esta misma temática la podemos encontrar en sus artículos de divulgación, publicados en diversas fuentes; entre ellas la revista *Scientific American* además de otras revistas nacionales.

Su experiencia y excelencia profesional ha llevado al Dr. Escudero a participar como profesor e investigador invitado en diversos países del mundo. Se ha involucrado en la enseñanza de estudiantes de nivel licenciatura y posgrado, en universidades de América Latina. Como profesor invitado ha impartido cursos en Venezuela, en la Universidad Central (Departamento de Ciencias e Ingeniería), la Universidad de Antioquia (Departamento de Física), la Universidad Central de Cali (Departamento de Física), y en el Centro Internacional de Física, en Bogotá, Colombia. Ha impartido cursos también en la Escuela Panamericana de Ciencias de Materiales (que se realiza cada año en diferentes países latino-americanos) en Río de Janeiro, Brasil. Ha sido Profesor Invitado en la Universidad de California en San Diego, en la Universidad Joseph Fourier, en Francia, y ha ocupado los puestos, primero como *Maitre de Conference* y después como *Professeur*. Ha sido también investigador invitado en el Centro de Investigación de Muy Bajas temperaturas del CNRS, en Francia, en el Laboratorio de Altos Campos Magnéticos del Instituto Max Planck, en Grenoble Francia. Ha sido conferencista en la Escuela de Verano, de El Escorial, en España, y recientemente ha sido profesor invitado de la Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Física de Materiales, en España.

Su participación en Congresos como conferencista invitado en diversas partes del mundo es extensa, y ha participado en un número grande de congresos.

Ha participado también en diversas labores administrativas. Fungió como Jefe del Departamento de Estado Sólido y Criogénia, y como Representante del personal Académico ante el Consejo Técnico de la Investigación Científica de la UNAM. Ha pertenecido a distintas comisiones dictaminadoras de la UNAM; entre ellas: la del Instituto de Investigaciones Nucleares, del Centro de Ciencias de la Materia Condensada, del Centro de Instrumentos, del CFATA, del Instituto de Ciencias Físicas —todas, dependencias de la UNAM—, así como del Centro de Investigación en Materiales Avanzados en Chihuahua, SEP-CONACyT. También ha participado como miembro de comisiones evaluadoras de CONACYT y del Sistema Nacional de Investigadores. Ha participado varias veces en el Premio Universidad Nacional como Miembro del Jurado.

Entre los colaboradores del Dr. Escudero se encuentran científicos de muchas partes del mundo. En la realización de estudios de tunelaje magnético, el grupo del Prof. I. K. Schuller de la Universidad de California, San Diego; con el Prof. J. L. Vicent, de la Universidad Complutense de Madrid, realiza estudios en sistemas magnéticos; con el Prof. J Santamaría, de la Universidad Complutense, estudia sistemas superconductores que presentan tunelamiento cuántico macroscópico; con el Dr. P. Monceau, del CRTBT del CNRS en

Grenoble Francia, ha estudiado sistemas que presentan ondas de densidad de carga y superconductividad, así como con los Drs. Briggs, Laborde, Guillot, también del CRTBT de Francia, estudian materiales magnéticos y superconductores; con el grupo de los Drs. M y H Terrones, en San Luis Potosí, y H. Kroto (premio Nobel de Física) de Inglaterra, ha estudiado procesos magnéticos en nanotubos de carbono. Con el grupo del Prof. Yacamán, en la universidad de Texas, estudia procesos magnéticos en nanopartículas de plata y carbono; con el Prof. J. A. Azamar, del CINVESTAV Mérida, ha estudiado altas presiones en nanotubos de carbono; con el Prof. X. Batlle, de la Universidad de Barcelona, ha estudiado las características de barreras aislantes para el uso en uniones tunel; con el Prof. P. Prieto, de la Universidad de Cali Colombia, ha investigado magnetorresistencia en tri-capas de materiales cerámicos; con el Prof. I. Fisher, de la Universidad de Stanford, colabora en sistemas cuasicristalinos; con el Prof. E. Verdín, de la Universidad de Sonora, realiza estudios de movimiento de vórtices en superconductores tipo II; con el Prof. Falconi, de la Universidad Juárez de Tabasco, realiza estudios y colaboraciones relacionados con borocarburos y procesos a altas presiones en superconductores.

La producción científica del Dr. Roberto Escudero es actualmente de más de 160 trabajos científicos. Ha sido invitado a impartir conferencias en el ámbito nacional, e internacional en diversos foros. El profesor Escudero ha sido citado en la literatura internacional más de 1800 veces, (excluyendo autocitas). Recibió reconocimiento del Institute of Scientific Information (ISI) por su artículo relacionado a estudios de Carbono-60, como el "Highly Cited Mexican Article of the 1990's".

El Dr. Escudero ha participado como organizador de Conferencias tanto nacionales como internacionales. Es miembro del comité de programa para la conferencia internacional M²HTC, que se realiza cada dos años en diversas partes del mundo.

El Dr. Escudero ha participado como supervisor en numerosos comités científicos en México, Colombia, Argentina, y Estados Unidos. Como perito científico ha sido invitado a participar como evaluador en diferentes revistas; entre ellas las revistas de la American Physical Society, tales como Physical Review B, Physical Review Letters, Journal of Physics and Chemistry of Solids, International Journal of Modern Physics B, Journal of the Applied Physics, del American Institute of Physics, Journal of Non-crystalline Solids, Materials Today, a sido Editor Asociado y perito de la Revista Mexicana de Física durante muchos años.

El Dr. Roberto Escudero ha recibido diversas distinciones académicas. En 2006, recibió la medalla *Fernando Alba*, que otorga el Instituto de Física de la UNAM, como reconocimiento a su trabajo académico en física experimental. En 2005, recibió el premio Universidad Nacional en el área de ciencias exactas. En noviembre de 2002 fue nombrado "Fellow" de la American Physical Society. En 2001, recibió la distinción de "Catedrático" otorgada por la UNAM. En 1999, recibió la beca John Simon Guggenheim Memorial Foundation, para realizar estudios túnel en sistemas magnéticos. Y en 1985, recibió la medalla a la excelencia W. B. Pearson en el área de física de la Universidad de Waterloo, Canada. Actualmente, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, y ha recibido el reconocimiento de Investigador Emérito. En la UNAM ha sido nombrado Investigador Emérito (Mayo 2010).

Entre las sociedades científicas de las que es miembro se encuentran: la Academia Mexicana de Ciencias, la Sociedad Mexicana de Física, la Sociedad Mexicana de Materiales, la American Physical Society y la Material Research Society.