



## Premios de Investigación 2003

### Ingeniería y tecnología

Máximo López López

Máximo López nace en la ciudad de México el 18 de noviembre de 1963. En 1981 ingresa a la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (ESFM-IPN), donde obtiene el título de Licenciado en Física y Matemáticas en 1985. En este periodo fue reconocido como alumno con el mejor promedio general de su generación en la ESFM-IPN. El mismo año ingresa al programa de posgrado en Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav-IPN), y obtiene el grado de Maestro en Ciencias en 1988 con el tema: "Transporte eléctrico en óxido de silicio no estequiométrico". Los resultados de esta investigación dieron origen a una interesante forma de aprovechar el exceso de silicio en películas de óxido de silicio, para fabricar memorias no volátiles. Producto de la propia tesis son un artículo publicado en una revista de alto impacto, una ponencia presentada en un congreso nacional y otra en un congreso internacional. Por su trabajo de tesis de maestría recibió Mención Honorífica del Premio Nacional de la Juventud 1988.

En el mismo año de 1988 es distinguido con la beca Monbusho del Gobierno de Japón para estudios de doctorado, merced a la cual ingresa a la Universidad Tecnológica de Toyohashi, en Aichi, Japón, donde se incorpora al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el grupo del Profesor Hiroo Yonezu. En esta prestigiosa institución inicia sus investigaciones sobre el crecimiento de semiconductores mediante la técnica de epitaxia por haces moleculares (MBE, del inglés Molecular Beam Epitaxy). En 1992 obtiene el grado de Doctor y de su trabajo de tesis doctoral se desprenden seis publicaciones. Entre éstas destaca el primer reporte del mecanismo de crecimiento por MBE de GaAs sobre sustratos de Si(110), proceso que ha sido discutido ampliamente por terceros y citado de manera sobresaliente por diversos investigadores del tema. Otra contribución importante durante su etapa de doctorado fue la aplicación del método de crecimiento conocido como MEE (Migration Enhanced Epitaxy) para mejorar la calidad cristalina del GaAs en la cara (110).

Como reconocimiento a las innovaciones hechas por su trabajo de doctorado, en 1992 es invitado como Investigador al Optoelectronics Technology Research Laboratory, en Tsukuba, Japón. En este laboratorio se incorpora al grupo de procesamiento *in situ*, donde desarrolla la tecnología clave para fabricar nanoestructuras de semiconductores mediante un proceso llevado a cabo completamente en ultra alto vacío. El proceso de referencia utiliza una mascarilla de óxido de GaAs y el grabado se realiza mediante litografiado por un haz de electrones. La originalidad e innovación tecnológica de estos procedimientos dan lugar a dos patentes y 16 artículos, cinco de estos artículos han sido citados de manera sobresaliente.

En 1995, Máximo López regresa a México y se integra a la planta de profesores del Departamento de Física del Cinvestav, desde donde ha estado formando grupos de investigación interinstitucionales para el desarrollo de métodos de fabricación de heteroestructuras y nanoestructuras semiconductoras de baja dimensión. La productividad de estos grupos es muy alta, ya que a la fecha cuentan con más de 30 artículos. A su vez, en trabajos de tesis de sus estudiantes ha impulsado novedosos métodos para la fabricación de nanoestructuras, algunas de estas contribuciones han sido citadas en artículos de revisión sobre este campo de investigación.

Máximo López cuenta con 65 artículos publicados en revistas internacionales especializadas del mayor prestigio tanto en Física Aplicada, como en Microelectrónica, Ciencia de Superficies y Materiales. Es autor de dos patentes internacionales relacionadas con la síntesis de nanoestructuras semiconductoras.

Tiene además 23 artículos publicados en memorias de congresos nacionales e internacionales, eventos donde ha participado con diversos trabajos de investigación. Siete de sus participaciones en congresos han sido por invitación, cuatro trabajos fueron presentados en sesiones plenarias (Japón, México, Colombia y Eslovaquia). Sus publicaciones incluyen tres artículos de revisión, los dos últimos están publicados en colaboración con investigadores de sus grupos de trabajo en México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II.

El interés suscitado por las innovaciones del Dr. López en el campo científico de su dominio, se constata por la suma de 308 citas de sus trabajos a la fecha, destacando las referencias múltiples en artículos de revisión. Es de hacer notar, por ejemplo, las menciones hechas por personalidades científicas como el Prof. K. von Klitzing del Max-Planck Institute, Premio Nobel de Física en 1985, así como numerosas citas en libros, tales como *Properties of Gallium Arsenide*, Third Edition, Ed. M. R. Brozel and G. E. Stillman, INSPEC, U.K. Esta obra, a la fecha, es la más importante sobre el GaAs donde se presentan las propiedades de mayor relevancia de este semiconductor.

Un logro remarcable realizado bajo el liderazgo del Dr. Máximo López es la fabricación, por primera vez en México, de dispositivos para el efecto Hall Cuántico. Estos dispositivos contienen un canal con dimensiones de aproximadamente 10 nm donde se forma un gas de electrones de dos dimensiones. Para observar el efecto Hall cuántico se requiere que estas nanoestructuras tengan una calidad cristalina excelente y una muy alta movilidad electrónica. El doctor Máximo López utilizó su amplia experiencia en la fabricación de nanoestructuras por MBE para lograr producir dispositivos con estas características de manera independiente en México.

La formación de recursos humanos en el país es una de las preocupaciones principales del Dr. Máximo López, de ahí su interés y dedicación por la docencia. Ha impartido numerosos cursos a nivel licenciatura y posgrado y se desempeñó en el cargo de Coordinador de Admisión del Departamento de Física del Cinvestav durante el periodo de 1996 a 2000. Este empeño explica, igualmente, los 13 estudiantes graduados con que cuenta a la fecha, tres de nivel licenciatura, seis de maestría, y cuatro de doctorado. El número de artículos derivados del trabajo de tesis de sus estudiantes rebasa los veinte. La disciplina y rigor aplicados en la formación académica de sus estudiantes, se constata en la elevada calidad de investigadores formados por él, quienes desarrollan actualmente actividades científicas en forma independiente y pertenecen al SNI; todos ellos se encuentran trabajando en las mejores instituciones científicas y tecnológicas del país (IPN, IICO-UASLP, CENAM). Cabe señalar, además, que se trata de investigadores que han formado ya y continúan formando estudiantes de posgrado.

Por lo que toca a la promoción y desarrollo del campo científico de su interés, en el año 1998 el Dr. Máximo López fue elegido para ocupar el cargo de Presidente de la Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies y de Vacío (SMCSyV). En su gestión, se dispuso a ampliar los alcances de los congresos de la SMCSyV, para lo cual introdujo modalidades de mesas de discusión sobre política científica, con el objetivo de interesar a la comunidad académica en temas tales como la interacción Academia-Industria, de gran importancia para el desarrollo de la ciencia y tecnología en México.

Respecto a su contribución para el desarrollo institucional, en el año 2000 fue nombrado Jefe de la Sección de Estado Sólido del Departamento de Física del Cinvestav. Durante su gestión hizo crecer de manera considerable la infraestructura del departamento. Entre otros logros, formó un laboratorio de microscopía de fuerza atómica multimodal, así como un laboratorio de MBE para compuestos III-V nitridados. Los recientes laboratorios cuentan con equipos para realizar síntesis y caracterización de nuevos materiales nanoestructurados.

En el ámbito de la difusión científica, el Dr. Máximo López ha sido editor invitado de la revista internacional *Thin Solid Films*, y su interés en esta importante área en México, lo llevó en 1999 a tomar el cargo de editor, junto con el Dr. Miguel Meléndez Lira, de la Revista *Superficies y Vacío* (<http://www.smcsyv.org.mx>).

Por sus aportaciones a la nanotecnología, el Dr. Máximo López fue nombrado miembro del Colegio Electoral de la División de Estructuras Nanométricas de la International Union of Vacuum Science Technique and Applications (IUVSTA). Es el representante mexicano ante la IUVSTA y logró conseguir el apoyo, por parte de esta organización, para realizar la 5ª Escuela Internacional de Materiales y Dispositivos Fotovoltaicos en México en octubre de 2003.

Actualmente el Dr. Máximo López coordina varios proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, incluido un proyecto de grupo apoyado por el Conacyt. Tiene trabajos en colaboración con laboratorios de Hitachi, CENAM, ATR, entre otros. Dirige trabajos de tesis de cuatro estudiantes de maestría y tres de doctorado en temas relacionados con nanoestructuras semiconductoras y sistemas de baja dimensión como pozos, hilos y puntos cuánticos.