

Universidad de las Américas Puebla

Miguel A. Méndez-Rojas*

RESUMEN: Se presentan los aspectos más importantes sobre la historia de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), así como de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, colaboraciones y proyectos intra e interinstitucionales en nanociencia y nanotecnología (NyN), infraestructura de investigación, docencia y formación de recursos humanos y modelo educativo del programa de Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la UDLAP, así como los principales logros en el área de NyN y las perspectivas sobre el futuro del área en la institución.

PALABRAS CLAVE: Nanoeducación, UDLAP, infraestructura, modelo educativo.

ABSTRACT: The most important aspects related to the Universidad de las Americas Puebla's (UDLAP) history, research and technological development fields, intra and interinstitutional collaborative projects in nanoscience and nanotechnology (N&N), research infrastructure, teaching and human resources capabilities, educational model of the Bachelor degree in Nanotechnology and Molecular Engineering, as well as the main achievements in the field of N&N and the future perspectives of development of the area in the institution.

KEYWORDS: Nanoeducation, UDLAP, infrastructure, educational model.

La Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) es una institución de educación superior privada fundada en la Ciudad de México el 1 de julio de 1940 como Mexico City College. En 1963 cambió su nombre a University of the Americas y en 1968 a Universidad de las Américas. En 1971 se traslada a la Ex-Hacienda de Santa Catarina Mártir, en la ciudad de San Andrés Cholula, Puebla. A partir de 1985 cambió su nombre a Fundación Universidad de las Américas Puebla. La UDLAP, como hoy se le conoce, es una institución acreditada en México por la SEP, FIMPES, entre otros y en Estados Unidos por la SACS (Southern Association of Colleges and Schools), certificación que mantiene de forma ininterrumpida desde el año de 1959. En 1990 se incorporó activamente en la preparación de profesionales en ciencias básicas para el país con la apertura de su Escuela de Ciencias. La Universidad de las Américas Puebla (figura 1) tiene más de 300 profesores de tiempo completo, de los cuales 83 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores en sus distintos niveles, y desarrollan cerca de 180 proyectos de investigación con financiamiento tanto del sector empresarial como del público en temas que abarcan

Recibido: 12 de abril de 2016. Aceptado: 20 de mayo de 2016.

* Coordinador del Programa de Nanotecnología e Ingeniería Molecular, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla. Ex Hacienda de Santa Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla, C.P. 72820, México. Correspondencia: (miguela.mendez@udlap.mx); Tel.: (222) 2292607.

FIGURA 1. Plaza de las Banderas y Biblioteca de la UDLAP (izquierda) y edificio de la Escuela de Ciencias de la UDLAP (derecha).



desde la investigación financiera, creación de empresas familiares, conservación de alimentos, energía, remediación ambiental y óptica no-lineal, hasta nanotecnología, nanomedicina y simulación molecular. Ocho profesores-investigadores desarrollan activamente proyectos de investigación en NyN desde 1990 y hasta la fecha.

Proyectos de investigación y desarrollo tecnológico relacionados con NyN

Las líneas de investigación en NyN desarrolladas en la UDLAP se relacionan principalmente con la síntesis, caracterización de nanomateriales para aplicaciones en remediación ambiental, tratamiento de agua, catálisis, energías alternativas, biotecnología, alimentos y salud humana. Entre los proyectos en desarrollo destacan los siguientes:

Catálisis, remediación ambiental y energía:

- Síntesis de nanocatalizadores de Ru, Ru-Co y Ru-Ni utilizados para reacciones de hidrogenación de compuestos nitroaromáticos.
- Desarrollo de un sistema foto-electro-catalítico para la producción de hidrógeno por descomposición de agua y simultáneamente eliminación de contaminantes orgánicos en medio acuoso usando arreglos nanotubulares de TiO_2 y tratamientos avanzados de oxidación empleando materiales semiconductores nanoestructurados foto-activos.
- Evaluación del efecto de óxido de grafeno reducido (RGO) en las propiedades fotoelectrocatalíticas de nanotubos de dióxido de titanio (TiO_2) y preparación de electrodos composite a base de óxido de grafeno reducido (RGO) y nanotubos de dióxido de titanio (TiO_2) con

aplicaciones en la oxidación fotoelectrocatalítica de compuestos orgánicos no biodegradables.

- Preparación de nanomateriales a partir de desechos plásticos y agrícolas empleando procesos de descomposición catalítica térmica.

Nanomedicina y nanobiotecnología:

- Nanopartículas magnéticas para aplicaciones en terapia hipertérmica, imagenología y transporte de fármacos; estudio de nanopartículas *core-shell* oro/magnetita para eliminación de células por ablación térmica en un tejido vegetal y animal.
- Nanotecnología como herramienta para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas; desarrollo de anticuerpos magnéticos para diagnóstico de enfermedades emergentes.
- Evaluación de la toxicidad potencial de nanopartículas inorgánicas para aplicaciones en biomedicina y alimentación; evaluación de la estabilidad de compuestos nutraceuticos microy/o nano-encapsulados y su liberación controlada en sistemas modelo y alimentos.
- Clonación, caracterización y aplicación de enzimas en la síntesis de biocombustibles: catálisis libre de células usando enzimas libres e inmovilizadas en soportes nanoestructurados.

Transferencia tecnológica:

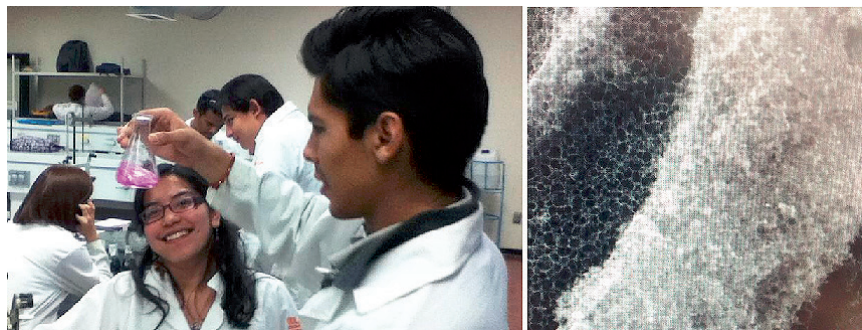
- Nanocleaners Global Innovation Fund. Formula optimization (con COLGATE).
- Reforzamiento estructural de asfaltos con nanofibras poliméricas obtenidas por electro-spinning y nanotubos de carbono (con SEM Materials).

Los proyectos son apoyados en su mayoría por fondos externos, tanto públicos (CONACyT) como privados e institucionales.

Colaboraciones y proyectos en el área de NyN

El programa de Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular, que forma parte del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Escuela de Ciencias de la UDLAP, inició en 2006 y colabora de manera abierta con numerosas instituciones de investigación en el país y en el extranjero. Entre las instituciones con quienes se han desarrollado proyectos de investigación conjunta se pueden mencionar el Instituto de Magnetismo Aplicado de la Universidad Complutense de Madrid, España; el Center for Cell Engineering de la University of Glasgow en Inglaterra; el Departamento de Química y Bioquímica de la Texas Christian University en Fort Worth, Estados Unidos;

FIGURA 2. Investigación y desarrollo tecnológico en la UDLAP. Alumnos de nanotecnología e ingeniería molecular realizando una práctica de química analítica (izquierda). Micrografía electrónica de carbono mesoporoso preparado a partir de biomasa como parte de un proyecto de tesis de licenciatura (derecha).

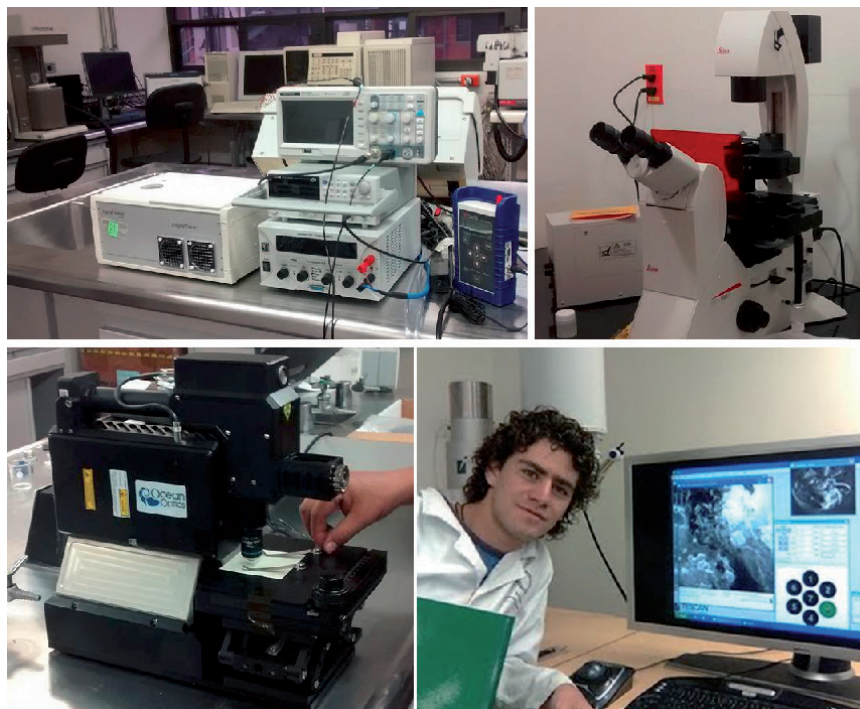


la Escuela de Medicina de John Hopkins University en Baltimore, Estados Unidos; el Departamento de Bioquímica de la University of Arizona, en Tucson, Estados Unidos; el Bodega Marine Laboratory de la University of California en Davis, Estados Unidos; el Departamento de Física de la University of Texas at San Antonio, en Estados Unidos; el Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la UNAM en Ensenada, Baja California; el CINVESTAV en sus unidades Mérida y Ciudad de México; el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en Pachuca, Hidalgo; el Centro de Investigación Biomédica de Oriente del IMSS en Metepec, Puebla; el Hospital Infantil de México “Federico Gómez” y el Hospital General “Manuel Gea González”, ambos en la Ciudad de México; la Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla, la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, en Puebla; el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, en San Luis Potosí; el Centro de Investigación en Óptica de León, Guanajuato; la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, en la Ciudad de México; la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Monterrey; la Universidad de Sonora, en Hermosillo; la Universidad Autónoma del Estado de México, en Toluca; la Universidad de Guanajuato, en Guanajuato, y el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, en Texcoco, entre otras. Desde el año 2006 y hasta la fecha se han desarrollado una veintena de proyectos de investigación científica y tecnológica en colaboración con las instituciones mencionadas, así como con otros departamentos académicos de la UDLAP; además, miembros de la facultad participan activamente en las actividades de la Red Nacional de Nanociencias y Nanotecnología del CONACyT y en diversas asociaciones científicas nacionales e internacionales como la Sociedad Química de México, la Sociedad Mexicana de Física, la American Chemical Society, la Academia Mexicana de Ciencias, entre otras.

Infraestructura

El programa de Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la UDLAP cuenta con más de 1000 m² de laboratorios especializados para la docencia y la investigación. Entre éstos, resaltan el Laboratorio de Docencia en Nanotecnología, el Laboratorio de Instrumentación en Nanotecnología, el Laboratorio de Investigación en Nanotecnología, el Laboratorio de Instrumentación Analítica, el Laboratorio de Fitoquímica, el Laboratorio de Investigación en Electroquímica y otros laboratorios especializados. Estos espacios cuentan con todos los servicios y equipamientos básicos de un laboratorio de investigación (gases especiales, extracción de humos, mesas de trabajo de acero inoxidable), así como equipos básicos (baños ultrasónicos, parrillas para calentamiento y agitación, evaporadores rotatorios, hornos de secado de material, hornos de secado al vacío, sondas ultrasónicas, muflas, microbalanzas, medidores de pH, sistemas de recirculación de agua). Entre los equipos mayores disponibles en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas y accesibles para el programa se encuentran: equipo de espectroscopia de infrarrojo Varian Scimitar y Agilent Cary-630 con detector de reflectancia total atenuada (ATR); microscopio electrónico de barrido (SEM) Tescan Vega-LSU II, con detector de energía dispersa (EDS), electrones transmitidos (STEM) y electrones secundarios; equipo para dispersión dinámica de luz y determinación de potencial Zeta(DLS) Nanotrac Wave; microscopio invertido de fluorescencia DMi8 Leica; equipo para análisis de hipertermia magnética Nanotherm de MagneTherm con accesorios para cultivos celulares; cámara de incubación de CO₂ ThermoScientific; microscopio Raman microID-Raman de OceanOptics con láser de 785 nm; espectrofluorómetro Agilent Eclipse con accesorios para lectura de microplacas, polvos y sólidos; un equipo de análisis termogravimétrico Regulus II de Netzsch; equipo para análisis de microporosidad y área superficial Belsorp Mini II; citómetro de flujo CytoFlex de Beckman Coulter; PCR de tiempo Real; equipo para espectrofotometría de absorción atómica (AAS) Varian con horno de grafito; extractor de fluidos supercríticos de Applied Separations; equipo para resonancia magnética multinuclear (NMR) Varian de 200 MHz; equipos de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y gases con diversos tipos de detectores; potencióstatos-galvanostatos, fuentes de poder, entre otros. En otros departamentos académicos se cuentan también con acceso a infraestructura para caracterización de resistencia mecánica de materiales (máquinas universales, durómetros, flexómetros), mesas ópticas equipadas con láseres de distintas frecuencias, detectores, sistema para micro y nanoencapsulación por *spray drying*, equipo diverso para análisis de propiedades eléctricas y magnéticas, entre otros. Estos equipos se han adquirido con fondos institucionales y mediante proyectos apoyados por CONACyT y están disponibles para usuarios internos y externos que requieran apoyo para caracterización o análisis.

FIGURA 3. Algunos de los equipos disponibles para caracterización e investigación en NyN en los laboratorios de la UDLAP. Arriba, izquierda: equipo para estudios de hipertermia magnética; derecha: microscopio invertido de fluorescencia. Abajo, izquierda: microscopio Raman; derecha: microscopio electrónico de barrido.



Docencia y formación de recursos humanos: Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular

En el año 2005, como parte de una estrategia institucional para la generación de nuevos programas académicos, un grupo de trabajo interdisciplinario desarrollamos el programa de Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular. La propuesta inició en otoño del 2006 y en su momento fue el primer y único programa de su tipo en México y América Latina, cuya experiencia inspiró nuevos programas creados en el país y en la región en años recientes. A la fecha más de 250 estudiantes han ingresado al programa durante los casi diez años de existencia y se han titulado exitosamente cerca de 70 de ellos desde el año 2010 cuando se graduó el primer egresado, 52 de los cuales titulados por tesis de investigación. El modelo curricular enfatiza una formación interdisciplinaria con cursos en las áreas de química, física, ciencia de materiales y nanociencia y nanotecnología. el programa actual tiene una duración de 4 años (8 semestres) y el plan de estudios más reciente está disponible en línea en la página de la institución <<http://www.udlap.mx/ofertaacademica/Default.aspx?cveCarrera=LNM>> .

La implementación práctica de este programa de estudios requirió primero de un análisis de las demandas del sector público y privado, así como la revisión de los perfiles de ingreso de programas de posgrado en NyN alrededor del mundo. Una reflexión en torno a la creación de este programa, “Importancia de una nanoeducación a nivel licenciatura”, fue publicada en la Revista Digital Universitaria-UNAM y está disponible en: <<http://www.revista.unam.mx/vol.14/num4/art30/art30.pdf>>.

Una característica interesante del programa es que poco más del 30% de los estudiantes realiza estancias de investigación de verano en instituciones nacionales y extranjeras, lo cual les permite introducirse en el mundo de la investigación básica y aplicada. Entre las instituciones en donde nuestros alumnos han hecho estancias se encuentran el IPICYT de San Luis Potosí; el CNYN de la UNAM en Ensenada; el CFATA en Querétaro; el INAOE, la UDLAP y la BUAP en Puebla; el CINVESTAV en Mérida; el Instituto de Investigaciones en Materiales y el Instituto de Química de la UNAM, en la Ciudad de México; el CIMAV en Monterrey; el CIDETEQ en Querétaro; la UANL en Monterrey, todas ellas en México. También en instituciones extranjeras como la University of Texas at Dallas (UTD), la Pennsylvania State University, la University of Texas at San Antonio, la University of Texas Austin, el College of Nanoscale Science & Engineering en Albany, Nueva York, el Massachusetts Institute of Technology y la University of Arkansas en Estados Unidos; la University of British Columbia, la University of Waterloo y la Simon Fraser University en Canadá; la Universidad Federal de Río de Janeiro en Brasil; la Leeds University en Inglaterra; la Universidad Complutense de Madrid en España; el Instituto Politécnico de Grenoble y MINATEC en Francia; la Universidad Técnica de Munich en Alemania; y la King Abdulhulal University of Science and Technology (KAUST) en Emiratos Árabes, entre otras. Demográficamente, los alumnos provienen de distintos estados de la República: 30% de Puebla, 10% del Estado de México y 9% del Distrito Federal. El 51% restante proviene del resto del país, incluyendo 3 estudiantes extranjeros (2 de Perú, 1 de Ecuador). Nuestros egresados ingresan a programas de posgrado de alta calidad, tanto en el país como en el extranjero (KAUST, BUAP, Norfolk State University, Texas Christian University, UTD, Ulm University, Universidad de Munich, University of British Columbia, University of Groningen, Grenoble Polytechnique Institute-MINATEC, University College of London, University of Sheffield, University of Bristol, University of Cambridge, Universidade Federal do ABC, John Hopkins University, entre otras). Algunos de ellos se encuentran trabajando en el sector industrial (Nanocron-Nanotecnologías, PPG Industries, Saint Gobain, Renewable, Colgate, Dow Chemical, Procter & Gamble, Corning, Beiiion, SABIC-Saudi Arabia).

Principales logros en el área de NyN

El programa de Nanotecnología e Ingeniería Molecular se distingue principalmente por:

1. El diseño y creación de un programa pionero y único a nivel nacional e internacional para la formación de recursos humanos a nivel licenciatura en el área de NyN, en donde 2 de cada 3 egresados es aceptado en programas de posgrado de calidad internacional en instituciones reconocidas como entre las mejores 100 del mundo.
2. El desarrollo de una red interdisciplinaria y multi-institucional de trabajo y colaboración en temas diversos, en donde la síntesis, caracterización y aplicación de nanomateriales se encuentra en el corazón de los proyectos en que participan.
3. La consolidación y fortalecimiento de infraestructura de investigación y desarrollo científico y tecnológico para cubrir las distintas necesidades del programa y para el desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada.
4. La consolidación de líneas de investigación distintivas en nanomateriales para aplicaciones biomédicas, en particular nanopartículas magnéticas para aplicaciones en diagnóstico, terapia y transporte y liberación de fármacos. Asimismo, en síntesis, caracterización y aplicación de nanomateriales con óxido de grafeno y nanotubos de dióxido de titanio, y en el desarrollo de nanopartículas de metales nobles para aplicaciones en catálisis. Finalmente, el desarrollo de capacidades para la evaluación de biocompatibilidad y toxicidad de nanomateriales.

Perspectivas sobre el futuro de la NyN en la UDLAP

Se han firmado convenios para fortalecer el acceso a infraestructura de vanguardia para investigación científica, como el recientemente elaborado con la Universidad de Texas en San Antonio que nos permite emplear la infraestructura de microscopía electrónica disponible en el Kleberg Advanced Microscopy Center. De igual modo, se han establecido alianzas estratégicas con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) para el establecimiento del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste y recientemente se presentó una propuesta de creación de un nuevo laboratorio nacional para la caracterización de nanomateriales. Se forma parte de un Consorcio internacional con tres universidades prestigiosas en Estados Unidos (Puentes Consortium): Rice University, University of Arizona y University of California San Diego, mediante el cual se busca el desarrollo de colaboraciones de largo alcance. Finalmente, la participación de investigadores del área de NyN en los posgrados estratégicos institucionales en ciencia de

alimentos, ciencia del agua y biomedicina molecular, promete la formación de recursos humanos interdisciplinarios de alto nivel que contribuyan a la solución de problemas ambientales, de salud humana y alimentación, sin duda de gran valor para el desarrollo nacional. El establecimiento de vínculos de colaboración con algunas empresas del sector productivo promete también que la transferencia tecnológica entre investigadores, estudiantes y empresas podrá ayudar a cerrar el círculo virtuoso de Investigación + Desarrollo + Innovación Tecnológica, tan necesario para el país. Por último, en fechas recientes se recibió la visita del comité visitador para evaluar la acreditación del programa de Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular ante el Consejo Nacional para la Enseñanza y el Ejercicio Profesional de la Química (CONAECQ). Siendo éste el primer programa en su tipo en someterse a este proceso en el país, esperamos contar con una evaluación satisfactoria y una retroalimentación útil para llevar a cabo en el corto y mediano plazo las mejoras necesarias para el mismo.

Sitios de interés relacionados con la UDLAP y con el programa de Nanotecnología e Ingeniería Molecular

- Página institucional: <<http://www.udlap.mx>>.
- Facebook: <<https://www.facebook.com/universidaddelasamericaspuebla/>>.
- Twitter: <<https://twitter.com/udlap>>.
- Facebook: <<https://www.facebook.com/groups/gonano/>>.
- Blog: <<http://nanoudla.blogspot.com>>.