

# UAM-Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Nancy Martín Guaregua,\* José Antonio de los Reyes Heredia\*\*

**RESUMEN:** En esta contribución se describen las actividades de investigación, relacionadas con nanociencias y nanotecnología, vinculadas con sus aplicaciones en catálisis, que se realizan en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Se describe brevemente esta división académica, los departamentos que la constituyen y los cuerpos académicos relevantes en el tema. Se describen las líneas de investigación realizadas por estos grupos de académicos así como la infraestructura de investigación. Se abordan los programas docentes de licenciatura y posgrado de la división académica y se particularizan aquellos relacionados con catálisis. Se concluye con las perspectivas de investigación a futuro.

**PALABRAS CLAVE:** UAM I, ciencias básicas e ingeniería, nanocatálisis.

**ABSTRACT:** Research activities, related with nanoscience and nanotechnology and their applications to catalysis are described as they are carried out at the División de Ciencias Básicas e Ingeniería from Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. The academic division is described in terms of its departments and research groups. Research programs are given as well as the equipment devoted to these activities. Undergraduate and graduate programs are mentioned for the academic division and a special emphasis is given to those related with catalysis. Finally, future research perspectives are presented.

**KEYWORDS:** UAM I, basic sciences and engineering, nanocatalysis.

## Introducción

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) fue creada en 1974 e inició actividades en 3 unidades: Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco. A éstas se agregaron después del año 2002, las unidades Cuajimalpa y Lerma. La UAM consideró desde su fundación un modelo departamental, en donde las funciones sustantivas de docencia, investigación y preservación y difusión de la cultura descansan en la figura del profesor-investigador, original en México para la época de sus inicios. La UAM posee una estructura de tipo matricial, en donde pueden concurrir fácilmente diferentes disciplinas en un mismo campus académico. En cada uno de éstos tiene 3 divisiones académicas, las que a su vez abarcan de 3 a 5 departamentos.

---

Recibido: 28 de febrero de 2017. Aceptado: 21 de marzo de 2017.

\* Departamento de Química, UAM-Iztapalapa. Correspondencia: (mgnc@xanum.uam.mx).

\*\* Laboratorio de Nanociencia y Nanotecnología, Grupo Jumex, Km. 12.5 Ant. Carretera México Pachuca, Xalostoc, Ecatepec de Morelos, C.P. 55340, Estado de México, México.  
Correspondencia: (jjimenezr@jumex.com.mx).

En particular, la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I) está ubicada en la zona oriente de la Ciudad de México. La División está integrada por 5 departamentos académicos: Física, Química, Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Ingeniería Eléctrica y Matemáticas. En total, se tienen 28 áreas de investigación y 31 cuerpos académicos. Cuenta con 289 profesores de tiempo completo.

En tres de los cinco departamentos de la DCBI (Física, Ingeniería de Procesos e Hidráulica y Química) se realizan trabajos de investigación básica en temas relacionados con la nanociencia y la nanotecnología (NyN). De manera particular se describen las líneas relacionadas con catálisis, que se desarrollan en dos de estos departamentos.

En el Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, la investigación se articula en dos cuerpos académicos, dentro del Área de Ingeniería Química: Diseño de materiales catalíticos avanzados y Procesos de separación-reacción aplicados a sistemas químicos y biológicos. En el Departamento de Química, las actividades equivalentes se llevan a cabo en dos cuerpos académicos, dentro del Área de Catálisis: Catálisis heterogénea y Ecocatálisis.

Los cuerpos académicos se integran generalmente por profesores investigadores adscritos a los departamentos mencionados.

- **a. Catálisis heterogénea:**  
Dr. José Gilberto Córdoba Herrera, M. en C. Jesús Alejandro López Gaona, Dra. Nancy C. Martín Guaregua y Dra. Margarita Viniegra Ramírez.
- **b. Diseño de materiales catalíticos avanzados:**  
Dr. José Luis Contreras Larios (UAM-Azcapotzalco), Dr. Gustavo A. Fuentes Zurita, Dr. Sergio A. Gómez Torres.
- **c. Ecocatálisis:**  
Dr. Maximiliano Joel Asomoza Palacios, Dra. Virineya Sonia Bertín Mardel, Dra. Gloria Alicia del Angel Montes, Dr. José Ricardo Gómez Romero, Dr. Francisco Javier Tzompantzi Morales.
- **d. Procesos de separación-reacción aplicados a sistemas químicos y biológicos:**  
Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Dr. Tomás Viveros García.

## Líneas de investigación

Las líneas de investigación relacionadas con la NyN en catálisis que se estudian en la DCBI de la UAM-I son las siguientes:

- **a. Catálisis heterogénea**  
“Reacciones catalíticas de hidrogenación y oxidación en metales de transición”. Ésta tiene como objetivo central estudiar las propieda-

des fisicoquímicas de catalizadores a base de óxidos mixtos y de sulfuros de metales de transición, para reacciones de reformación y oxidación de hidrocarburos, y correlacionarlas con la desactivación de depósitos de residuos carbonáceos.

“Transformación de glicerol en materiales de alto valor”. Se trabaja con materiales a base de óxidos metálicos soportados para la obtención de acroleína y otros compuestos de alto valor agregado.

- **b. Diseño de materiales catalíticos avanzados**

“Catálisis ambiental”. Se trabaja en el desarrollo de materiales catalíticos destinados a la reducción de  $\text{NO}_x$ , oxidación de VOCs y en general a la eliminación de contaminantes provenientes de procesos de combustión o de procesos industriales.

“Catálisis con nanomateriales”. Se trabaja en el diseño de estructuras a escala nanométrica, ya sea como metales o como óxidos, para su utilización en reacciones a baja temperatura y para lograr control de selectividad en reacciones competitivas.

“Catalizadores de sitio sencillo”. El objetivo es lograr regular la selectividad en reacciones de interés farmacológico mediante el diseño de estructuras bien definidas en los ligandos de metales de transición heterogeneizados en soportes mesoporosos.

“Espectroscopía y modelado molecular de estructuras catalíticas”. Se estudia la relación estructura-propiedades catalíticas mediante simulación con métodos como funcionales de la densidad y PM3. Esto se relaciona directamente con nuestros estudios experimentales en reacciones como oxidación selectiva de CO, reducción selectiva de NO, hidrogenación selectiva de compuestos proquirales, entre otras.

- **c. Ecocatálisis**

“Oxidación catalítica. Descontaminación catalítica de compuestos orgánicos en efluentes acuosos”. Se encuentra orientada al conocimiento de los procesos de oxidación de compuestos orgánicos en medios acuosos empleando catalizadores metálicos y bimetalicos soportados con óxidos refractarios como alúmina, óxido de zirconio, sílice, óxido de cerio, etc. Fisicoquímica, catálisis, oxidación hasta mineralización, cinética química en soluciones.

“Combustión catalítica. Descontaminación catalítica de compuestos orgánicos volátiles”. Se refiere a la combustión total de compuestos orgánicos volátiles que no formen productos de combustión de alta toxicidad. Catálisis heterogénea, fisicoquímica cinética química.

“Convertidor catalítico. Descomposición de  $\text{NO}_x$ , CO e hidrocarburos en emisiones de automotores”. Estudia la reducción de  $\text{NO}_x$  empleando como reductores los hidrocarburos y/o monóxido de carbono.

no que forman parte de la mezcla de emisiones de los automotores. Físicoquímica, catálisis heterogénea, compuestos cerámicos de óxidos mixtos (materiales).

“Fotocatálisis. mineralización de compuestos orgánicos e inorgánicos en fase gas y medio acuoso”. Está relacionada con la fotodegradación empleando como fuente de energía luz solar y como fotocatalizadores óxido de titanio, óxido de circonio y óxidos mixtos. Fotoquímica, catálisis heterogénea, cinética química, semiconductores (materiales).

“Formulación de gasolinas ecológicas. Mediante procesos catalíticos (DIPE, dimerización de olefinas).” Línea dedicada al estudio de la síntesis de fracciones de hidrocarburos con menor impacto ambiental. Catálisis heterogénea, formulación de gasolinas, síntesis de compuestos orgánicos oxigenados como aditivos para gasolinas.

“Catálisis teórica. Mecanismos de reacción de descomposición de NO<sub>x</sub> y CO e hidrocarburos”. Lleva a cabo un estudio sobre los modelos para la descomposición de los contaminantes más importantes que se encuentran en la atmósfera. Química teórica, físicoquímica y contaminación atmosférica.

- **d. Procesos de separación-reacción aplicados a sistemas químicos y biológicos**

“Desarrollo de nanomateriales”. Esta línea tiene como finalidad el desarrollo de nuevos materiales con diferentes aplicaciones, aunque con énfasis primordial en catalizadores y soportes catalíticos, y el estudio de diferentes reacciones de interés industrial, ambiental y de rediseño de procesos. Entre las motivaciones para este trabajo se encuentran la legislación ambiental más estricta, el desarrollo de la química fina (o de especialidades), el diseño de procesos limpios y la recuperación de subproductos valiosos en procesos existentes. La síntesis de nuevos materiales se efectúa bajo la premisa de poder controlar y modular las diferentes propiedades (texturales, estructurales, ácido-base) deseables en los procesos de aplicación, para lo cual se emplean diferentes técnicas experimentales tradicionales y de punta (precipitación, sol-gel, coloidales), y establecer la correspondencia entre las propiedades resultantes y los diferentes métodos de síntesis. La caracterización de los materiales se realiza empleando técnicas experimentales que nos permiten obtener propiedades microscópicas (estructura molecular) y macroscópicas (propiedades texturales y superficiales). Las aplicaciones de estos materiales tienen relevancia en la protección del medio ambiente así como en el diseño y rediseño de procesos.

## Infraestructura

La DCBI de la UAM-I cuenta con laboratorios de investigación, divisional y departamental. Estos laboratorios están ubicados en varios edificios del campus universitario (Edifs.: W, R, T, PPU). A continuación, se mencionan los laboratorios divisionales de investigación, en conjunto con los equipos con los que cuentan:

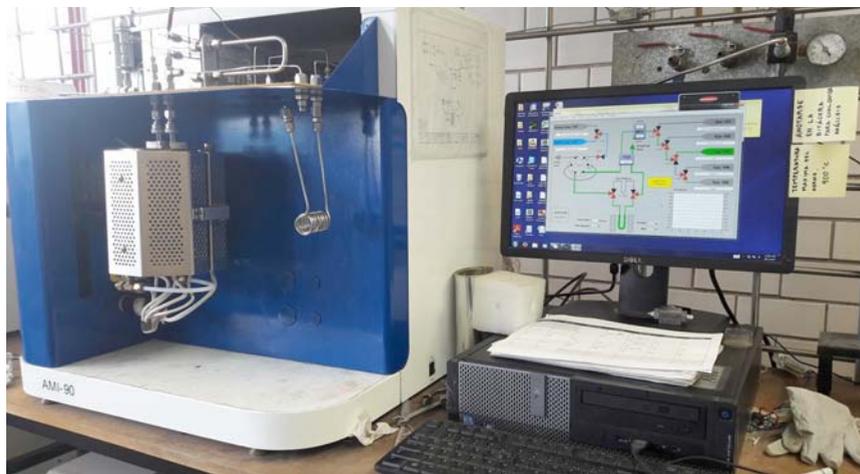
Laboratorio de Espectrometría de masas (en colaboración con la División de Ciencias Biológicas y de la Salud).

- Laboratorios de Resonancia Magnética Nuclear, con resonancia magnética nuclear para líquidos y resonancia magnética nuclear para sólidos.
- Laboratorio de Nanociencia, con microscopía de fuerza atómica (AFM y STM).
- Laboratorio de Microscopía Electrónica, con microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM) y barrido (SEM).
- Laboratorios de Difracción de Rayos X, con equipos de difracción de rayos X (DRX) y dispersión de rayos X a bajo ángulo (SAXS).
- Laboratorio de Supercómputo y Visualización en Paralelo, que forma parte del Proyecto Nacional “Delta Metropolitana de Cómputo de alto Rendimiento” (UAM-UNAM-CINVESTAV).



**FIGURA 1.** Equipo de resonancia magnética de sólidos Bruker Avance 300 MHz.

**FIGURA 2.** Equipo de caracterización de sólidos mediante métodos de tratamientos térmicos programados (TPR/TPD/TPO) Modelo AMI 90 Altamira.



Los laboratorios departamentales cuentan con una gran variedad de equipos dedicados a la síntesis, caracterización y evaluación de nanomateriales. Entre ellos, se pueden nombrar a los siguientes: cromatógrafos de gases con detectores de ionización de flama y de conductividad térmica, cromatógrafos HPLC, espectrofotómetros FTIR (infrarrojo medio) y UV-visible, espectrofómeto de fluorescencia, sistemas catalíticos para reacción en fase gas; reactores Parr; unidades TPR-TPD.

## Docencia

La DCBI cuenta con diez programas de licenciaturas, en ciencias básicas e ingenierías: computación, física, química, matemáticas, ciencias atmosféricas, ingeniería biomédica, ingeniería en energía, ingeniería electrónica, ingeniería química e ingeniería hidrológica, la mayoría de ellas certificadas. En algunas de estas licenciaturas se imparten unidades de enseñanza y aprendizaje (UEA) básicas u optativas que forman parte del plan de estudios y cubren temas relacionados con NyN en los diferentes niveles de formación. En particular, en la licenciatura en química existe una opción para titulación en el área de concentración llamada ciencia de los nanomateriales.

Por su parte, a nivel posgrado (maestrías y doctorados) se ofrecen doce programas organizados en un sistema divisional, con proyectos de investigación relacionados con NyN. La mayoría de los posgrados de la DCBI tienen el reconocimiento por parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT. Los académicos dirigen proyectos terminales en la licenciatura y tesis de maestría y doctorado, en el posgrado relacionados con estos temas. En particular, los posgrados en ingeniería química y química constituyen los espacios en donde se forman maestros y doctores en ciencias, con temas de tesis orientados a catálisis.

### Participación en redes y colaboraciones

Los miembros de la DCBI se han integrado junto con la comunidad científica nacional a las redes temáticas del CONACYT (Red Temática de Nanociencia) y PRODEP a través de los diferentes cuerpos académicos: Nanotecnología y Calidad Ambiental (UAM-A); Red Nacional de Investigaciones en Química Analítica y Electroquímica (UAM-A). Asimismo, son miembros activos en las sociedades científicas que tienen relación con la catálisis en México: Academia de Catálisis, Sociedad Química de México, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, o, a nivel internacional: North American Catalysis Society, y, Federación Iberoamericana de Sociedades de Catálisis.

Además de las colaboraciones entre los cuerpos académicos conformados en la DCBI, se han establecido colaboraciones con instituciones nacionales e internacionales.

### **Nacionales**

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN.  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM.  
Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM.  
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN.  
Centro Universitario de La Ciénega, U. de G. Ocotlán.  
Instituto de Física, UNAM.  
Instituto de Investigación en Materiales, UNAM.  
Instituto Mexicano del Petróleo.  
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Universidad de Guadalajara, Campus Los Altos de Jalisco.

### **Internacionales**

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Madrid, España.  
Universidad de Santander, Santander, Colombia.  
Instituto de Investigación sobre Catálisis y el Medio Ambiente-CNRS,  
Lyon, Francia.  
Universidad de California, Berkeley, EUA.  
Universidad Técnica de Múnich, Alemania.

## **Principales logros**

Los logros obtenidos por nuestros académicos en el área de NyN son muy amplios. Se tiene un gran número de publicaciones de artículos científicos en revistas de alto prestigio internacional, con un promedio de más de 3 artículos por año por investigador; la formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura y posgrado, con 3 doctores y 3 maestros formados por año; así como también un buen número de artículos de divulgación científica. En la División de CBI, trabajando en catálisis, el Sistema Nacional de Investigadores ha reconocido a 1 investigador emérito, 4 en el nivel III, 3 en el nivel II y 3 en el nivel I. Las patentes históricamente registradas por los investigadores de la División rebasan la decena.

## **Perspectivas sobre la investigación en NyN**

Las investigaciones en nanociencias y nanotecnología aplicadas a catálisis son muy amplias, dadas las aplicaciones diversas. En particular, las líneas de investigación en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería se centran en trabajo disciplinario de alta calidad y un componente inter y multidisciplinaria-

rio para resolver problemas y aportar nuevos conocimientos. En particular, las líneas de investigación convergen en tres vertientes:

- Solución a problemas para mejorar el medio ambiente, mediante procesos sustentables, que consideran el desarrollo de materiales más activos y selectivos, con un menor consumo de energía o que contribuyan a eliminar la contaminación ambiental de aire, agua y suelo.
- Desarrollo de materiales con aplicaciones en química fina, industria farmacéutica o industrias para la producción de satisfactores con alto valor agregado o bien, como sustitutos de productos actuales, como combustibles alternos o productos petroquímicos y químicos, a partir de fuentes alternativas (biomasa de diversos tipos).
- Generación de nuevos conocimientos que permitan profundizar el entendimiento de procesos catalíticos existentes y los materiales usados en las reacciones, para el desarrollo de nanomateriales con características mejoradas.

## Sitios de interés

- Página institucional:  
<[www.izt.uam.mx](http://www.izt.uam.mx)>
- División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
<<http://www.cbiuami.org/>>