

# División de Ciencias Básicas e Ingeniería - UAM Azcapotzalco

Miguel Torres Rodríguez\*

**RESUMEN:** En el presente documento, se describen los trabajos y las áreas en Nanociencia y Nanotecnología (NyN) que se desarrollan en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco (CBI-UAM-A), se presentan los antecedentes, las líneas de investigación, los proyectos institucionales y financiados por CONACyT y PRODEP, el número de profesores investigadores, las carreras que se imparten, así como, su relación con los temas de NyN, además se describe brevemente la infraestructura y se abordan las perspectivas a futuro.

**PALABRAS CLAVE:** nanociencia, nanotecnología, nanopartículas, nanoestructuras, nanocatalizadores.

**ABSTRACT:** The following panorama presents the research projects and areas in Nanoscience and Nanotechnology (N&N) that are currently developed in the División de Ciencias Básicas e Ingeniería at Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco (CBI-UAM-A) campus, that comprise the research lines and institutional projects financed by CONACyT and PRODEP, the number of research-professors, the programs, and their relationship items with N&N; also, it briefly describes the infrastructure and addresses the perspective to the future.

**KEYWORDS:** nanoscience, nanotechnology, nanoparticles, nanostructures.

## Introducción

La División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco (CBI-UAM-A), está ubicada en la zona norte de la Ciudad de México. La División está integrada por 5 departamentos académicos, formados por 27 áreas de investigación y 13 cuerpos académicos. Cuenta con 368 profesores-investigadores de tiempo completo, 47 de los cuales realizan trabajos de investigación básica, aplicada o desarrollo tecnológico en áreas relacionadas con la NyN, los departamentos y sus áreas de investigación que desarrollan trabajos en estas disciplinas son: Departamento de Ciencias Básicas, áreas de: física atómica molecular aplicada; física de procesos irreversibles; física teórica y materia condensada; química; química aplicada; química de materiales; química y fisicoquímica ambiental. Departamento de Electrónica, áreas de: control de procesos e instrumentación.

---

Recibido: 4 de abril de 2016. Aceptado: 26 de abril de 2016.

\* Jefe del Área de Química Aplicada-Universidad Autónoma Metropolitana. Av. San Pablo 180, C.P 02200, Col. Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco, Ciudad de México.



Departamento de Energía, áreas de: ingeniería energética y electromecánica; procesos de la industria química; tecnologías sustentables. Departamento de Materiales, área de: ciencia de los materiales, e ingeniería de materiales.

Existen antecedentes de trabajo en temas relacionados con la nanociencia desde 1990 en proyectos relacionados con la síntesis de catalizadores, películas, recubrimientos y sus aplicaciones en la refinación del petróleo y en la protección ambiental, se puede mencionar que uno de los antecedentes de formalización a partir 1998 es el registro y alta el cuerpo académico, Nanotecnología y Calidad Ambiental ante PRODEP y proyectos de investigación en catálisis, desarrollo de nuevos materiales, producción de hidrógeno en reactores de membrana y protección ambiental con apoyo y financiamiento de la división de CBI-UAM-A y del CONACyT, en estos trabajos están incluidos el desarrollo de tesis de licenciatura, maestría y doctorado en NyN. Los proyectos de investigación en NyN se encuentran enmarcados en las líneas de investigación divisionales vigentes.

## Líneas de investigación e innovación

Las líneas de investigación divisionales relacionadas con NyN que se estudian en la división de CBI-UAM-A son: problemática del medio ambiente; desarrollo y caracterización de materiales; investigaciones teóricas y experimentales. La mayoría de los proyectos de investigación que se desarrollan cuentan con una componente multidisciplinaria y se articulan de forma transversal a varias líneas de investigación:

- Nanomateriales para aplicaciones ambientales.
- Nanomateriales para aplicaciones energéticas.
- Nanomateriales para aplicaciones en electrónica.
- Nanomateriales para aplicaciones en medicina.

## Colaboración y proyectos

Desde su fundación, la Universidad Autónoma Metropolitana y en particular la División de CBI-UAM-A se han mantenido abiertas a la colaboración con académicos, Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) que cultivan temas de interés común, esta actitud de vinculación se mantiene hasta nuestros días y actualmente se tienen colaboraciones de investigación y desarrollo tecnológico en el área de NyN, con diferente grado de formalidad, con las unidades hermanas de la UAM: Iztapalapa, Xochimilco, Cuajimalpa y Lerma, así como CI y IES nacionales dentro de los que podemos citar: Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, el CINVESTAV Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Autónoma de Campeche, la Universidad Autónoma del Estado de

Morelos, CIMAV Chihuahua y CINVESTAV-Mérida, por mencionar algunas.

A nivel internacional se cuenta con colaboraciones en España con: la Universidad Complutense en Madrid, el Instituto de Catálisis y Petroquímica en Madrid, el Instituto de Nanociencia de Aragón en Zaragoza, la Universidad Politécnica de Valencia. En Francia con el Institut de Recherches sur la Catalyse et l'environnement de Lyon. En Estados Unidos con la Universidad de San Antonio Texas. En Brasil con la Universidade Federal do Rio Grande do Norte. En Argentina la con Universidad del Litoral, en Santa Fe. En Uruguay con la Universidad de la República del Uruguay. En Venezuela con la Universidad Simón Bolívar en Caracas, entre otras.

Los proyectos de investigación registrados y aprobados por el Consejo Divisional de Ciencias Básicas e Ingeniería relacionados con NyN son:

- Estructura electrónica de materiales catalíticos.
- Estudio de materiales mediante microscopia de fuerza atómica y tunelamiento.
- Síntesis de materiales sólidos híbridos y su evaluación catalítica en reacciones de obtención de compuestos orgánicos con actividad biológica y/o inhibidores de la corrosión de aceros.
- Síntesis y caracterización de polioxometalatos.
- Procesos biotecnológicos y bionanotecnológicos de interés ambiental.
- Metales particulados.
- Materiales híbridos mesoestructurados en reacciones de alto valor agregado.
- Síntesis de nano-partículas Pd-Cu y Pd-Co para sus aplicaciones en energía y protección ambiental.
- Determinación, modelación y control de carbón negro y otras especies provenientes de fuentes de combustión de biomasa y de diésel.
- Diseño de materiales poros y evaluación de sus propiedades catalíticas y adsorbentes.
- Síntesis, modificación y aplicación de materiales sólidos porosos a fenómenos de sorción y catálisis.
- Síntesis y caracterización de óxidos funcionales obtenidos como películas con propiedades opto-eléctricas eléctricas o superconductoras.
- Influencia del tamaño de partículas y porcentaje en peso en las propiedades mecánicas y químicas de materiales compuestos (PLA/Quitina) y (PLA/Quitosan).
- Estudio y caracterización superficial de materiales micro y nanoestructurados con aplicaciones en ingeniería.
- Reactividad de nanopartículas metálicas para la oxidación de moléculas orgánicas en celdas de combustible de alcohol directo.
- Métodos electroquímicos y analíticos para el desarrollo de nuevos materiales.

- Nanotecnología y materiales para la conversión de energía en dispositivos electroquímicos.
- Desarrollo de catalizadores para producir niacinamida a partir de glicerina
- Eliminación de los precursores de contaminantes en combustibles fósiles empleando nanocatalizadores de metales nobles reducidos.

Como resultado del trabajo de investigación relacionado con el área de NyN en los dos últimos años, se han publicado alrededor de 40 artículos con estricto arbitraje en revistas internacionales y se han concluido 15 tesis de posgrado.

La división de CBI, también cuenta con proyectos de investigación financiados por CONACyT y el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP).

#### CONACyT

- Reducción de NO<sub>x</sub> y oxidación de CO por cúmulos bimetalicos pequeños Au-M (M=Ag, Ni, Pt, Pd, Rh) aislados y soportados en óxidos metálicos: estudio teórico *ab initio*.
- Propiedades redox, carbono negro y otras especies orgánicas en partículas atmosféricas provenientes de la quema de la caña de azúcar.
- Hidrotalcitas MCM-41 y zirconia sulfatada funcionalizados como catalizadores híbridos en la síntesis de aminoalcoholes esteroidales azanucleosidos y 2-mercaptobenzoimidazoles.
- Fortalecimiento del área de química de materiales en la síntesis y caracterización de nanotubos de carbono (NTCs) sintetizados a partir de materiales metal-orgánicos (MOFs).

PRODEP. Cuerpos académicos y redes.

- Catálisis Ambiental.
- Red Nacional de Investigaciones en Química Analítica y Electroquímica, (Red NIQAE).

## Infraestructura

La división de CBI-UAM-A cuenta con laboratorios de investigación ubicados en diversos edificios del campus universitario. Una parte importante de ellos se encuentran ubicados en los Edificios W(a) y W(b), G y G<sup>bis</sup>, los laboratorios que se hallan en este espacio son:

- Laboratorio Interdisciplinario de Electroquímica e Ingeniería de los Materiales (LIEIM)
- Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Materiales
- Laboratorio de Química Atmosférica.

- Laboratorio de Microbiología.
- Laboratorio de Química de Materiales.
- Laboratorio de Sensores y Señales.
- Laboratorio de Evaluación Catalítica.
- Laboratorio de Fisicoquímica Molecular.

En la figura 1, se muestra una fotografía del edificio W(a) que cuenta con una superficie útil aproximada de 650 m<sup>2</sup>; en la figura 2, se presenta una fotografía del edificio G bis; en la figura 3, se muestra la fotografía de un cromatógrafo de gases con detector de masas; en la figura 4 se presenta un equipo de espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier; en la figura 5 un equipo de espectroscopía de plasma ICP; en la figura 6 se muestra la fotografía del microscopio electrónico de barrido de alta resolución, marca Carl Zeiss de uso Divisional; figura 7, fotografía del Raman (Renishaw) de última generación con tres láser (488, 532 y 765 nm) y una celda Linkman en la cual se pueden realizar estudios a diferentes temperaturas y con un flujo continuo de gases (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, aire, etc.).

**FIGURA 1.** Edificio W que cuenta con una superficie de 650 m<sup>2</sup>.



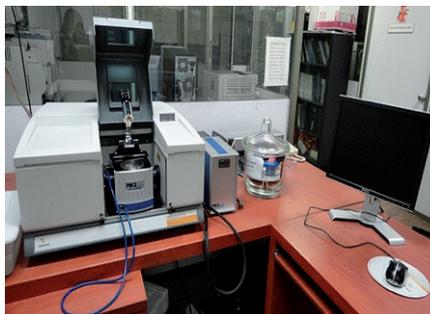
**FIGURA 2.** Edificio G-bis.



**FIGURA 3.** Cromatógrafo de gases con detector de masas.



**FIGURA 4.** Espectrómetro de infrarrojo FTIR.



**FIGURA 5.** Cromatógrafo de gases con detector de masas.



**FIGURA 6.** Microscopio electrónico de barrido Supra 55VP.



**FIGURA 7.** Raman (Renishaw) de última generación con sus accesorios.

De la figura 3 a la 7 se presentan varios de los equipos e instrumentos con que se desarrollan los trabajos de investigación en NyN.

Los laboratorios albergan un número importante de equipo dedicado a la síntesis, caracterización y evaluación de NyN. Los laboratorios de síntesis se encuentran dotados con campanas de extracción, placas de agitación y calentamiento, mantas de calentamiento, equipos de ultrasonido, rotavapores, hornos de calcinación, estufas para secado a presión atmosférica y en vacío, sistemas para tratamiento térmico de materiales con atmósferas inertes, reductoras y oxidantes, sondas de ultrasonido de alta potencia para procesos de sonoquímica, diversas líneas de gases,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ , aire, Ar, He, et cétera.

En los diversos laboratorios de caracterización se encuentra, los siguientes equipos: espectrómetro Raman de última generación, cromatógrafos de gases con detectores de conductividad térmica, ionización de flama, detector de masas, cromatógrafo de líquidos, espectroscopía UV-VIS con diversos accesorios, espectroscopías infrarroja con cámara de reacción y ATR, equipo de termodesorción programada de amoníaco, termo-reducción, termo-oxidación, equipo para la determinación de área superficial BET, potencióstato/galvanostato, analizador de carbono total, además se cuenta con

acceso al laboratorio divisional de caracterización que cuenta con un microscopio electrónico de barrido de alta resolución, un difractor de rayos X y un equipo de resonancia magnética de líquidos de 400 Mhz.

Los laboratorios de evaluación cuentan con sistemas de microrreacción, diversos tipos de reactores de vidrio, cuarzo y acero inoxidable, reactores por lotes, de lecho fijo acoplados en línea a cromatógrafos de gases con diversos detectores, celdas electroquímicas, microscopio electroquímico.

## Docencia

La docencia es una de las actividades sustantivas de la Universidad y la División de CBI cuenta con 10 licenciaturas en ingeniería: ambiental, civil, eléctrica, electrónica, física, computación, química, industrial, mecánica y metalúrgica, todas certificadas ante el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), muchas de las Unidades de Enseñanza Aprendizaje (UEA's) básicas y optativas que forman parte del plan de estudios de las diferentes licenciaturas en ingeniería cubren temas relacionados con NyN en los diferentes niveles de formación.

La división de CBI ofrece estudios de posgrado para formar recursos humanos de alto nivel, a nivel de maestrías se oferta: maestría en ciencias e ingeniería con dos líneas: ambiental o materiales; maestría en ingeniería estructural; maestría en ciencias e ingeniería de la computación; maestría en ciencias e ingeniería de optimización; maestría en ingeniería de procesos. A nivel doctorado se oferta los doctorados en: ciencias e ingeniería (ambientales y materiales); ingeniería estructural; Optimización, y, en ingeniería de procesos; seis de estos programas cuentan con reconocimiento en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

Cabe destacar que muchos de las actividades realizadas por los profesores-investigadores de la División de CBI son: impartir (UEA's), dirección de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, participación en comités de posgrado, participación en tutorías, participación como miembros de jurados de examen y participación en la dirección de servicio social.

De igual forma, un número importante de tesis de posgrado se realiza en colaboración con colegas de otras instituciones nacionales o internacionales, ejemplo: Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Instituto Politécnico Nacional (IPN), UAM-Iztapalapa (UAM-I), Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC), Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), Instituto Tecnológico de Madero (ITM), Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, (ICP) Madrid, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte (UFRN), Brasil.

## Participación en redes

Los miembros de la División de CBI se han integrado junto con la comunidad científica nacional a los programas de redes temáticas promovidas por CONACyT (Red Temática de Nanociencia), y PROMEP (Red Temática: Catálisis Ambiental, Nacional de Investigaciones en Química Analítica y Electroquímica).

## Perspectivas

Los métodos de síntesis, caracterización y evaluación de nanopartículas, películas estructuradas y recubrimientos *in situ* y *ex situ*, han avanzado enormemente en los últimos años. Además, existen estudios relevantes que muestran el fuerte y positivo impacto de los resultados de investigación y desarrollo tecnológico en NyN en varios sectores estratégicos, como son: la salud, agricultura, electrónica, energía, y medio ambiente, entre otros. Esto ha sido posible al sintetizarse materiales y procesos más eficientes energéticamente y con un mejor control del tamaño y forma de las partículas, películas y recubrimientos. A pesar de estos extraordinarios avances hay un número importante de retos por resolver, por lo cual se prevé que en los próximos años los resultados de las nuevas tecnologías de NyN, beneficien muchos sectores estratégicos para el desarrollo y tengan un mayor crecimiento de aplicación para coadyuvar un crecimiento sostenible en los siguientes sectores: protección ambiental, energético, medicina y farmacia, aeroespacial, transporte, construcción, textil, cerámicos y envases. Hablar de NyN tiene una componente importante de creatividad e innovación, por lo que se espera que los profesores-investigadores de la división de CBI continuarán trabajando en los siguientes retos:

Crear y mejorar la metodología de síntesis de nanomateriales con tecnología de síntesis verde, reproducibles y de bajo costo. Estudio de la estructura electrónica de nanopartículas, cúmulos, clúster, su interacción con diferentes soportes, así como cálculos de la energética de reacciones químicas.

Desarrollo de nuevos materiales con tecnología de NyN para la creación de nuevos sensores, materiales médicos, materiales encapsulados, remediación de suelos, síntesis de productos químicos con tecnología verde y menores costos energéticos, nuevas nanoestructuras catalíticas para el aprovechamiento del CO<sub>2</sub>, biomasa, producción y almacenamiento de hidrógeno, tratamiento de agua residual, purificación de agua, nanoelectrónica, textiles inteligentes y celdas de combustible.

Por último, es importante mencionar que, si bien existen avances importantes en los trabajos de NyN en la (CBI-UAM-A), es necesario seguir fortaleciendo la vinculación con los diferentes sectores productivos, locales, regionales, nacionales y centros de investigación para transferir tecnología en NyN, así como, impulsar proyectos de innovación en sectores estratégicos

como el de la salud, energía, nuevos materiales, protección ambiental, etc. Igualmente importante es ampliar el número de UEA's relacionadas con NyN en los planes y programas de estudio de las diferentes ingenierías.

## **Sitios web de la Universidad Autónoma Metropolitana**

- <[www.azc.uam.mx](http://www.azc.uam.mx)>.
- <[www.cbi.azc.uam.mx](http://www.cbi.azc.uam.mx)>.