

# GRUPO DE INVESTIGACIÓN CIENCIA DE LOS MATERIALES

*De los polímeros a los materiales inteligentes*

## Betty Lucy López

Ph. D. en Química  
Investigadora, profesora emérita y anterior coordinadora del Grupo de Investigación Ciencia de los Materiales de la Universidad de Antioquia  
betty.lopez@udea.edu.co

## Mónica Mesa Cadavid

Ph. D. en Ciencias Químicas  
Coordinadora del Grupo de Investigación Ciencia de los Materiales de la Universidad de Antioquia  
monica.mesa@udea.edu.co



Integrantes del Grupo de Investigación Ciencia de los Materiales de la Universidad de Antioquia —CienMate—. Fotografía: Alejandra Uribe Fernández, Dirección de Comunicaciones.

# E

l Grupo de Investigación Ciencia de los Materiales de la Universidad de Antioquia —CienMate— se creó en el año 1994, en el Laboratorio 317 del Bloque 1, como Grupo de Polímeros, bajo la dirección de la profesora Betty Lucy López Osorio; y luego se vincularon profesores pertenecientes al grupo de Catalizadores y Adsorbentes, de Ingeniería Química, y Síntesis Inorgánica y Catálisis, de Química, con experiencia en zeolitas, sílices y carbones. Con la inclusión de nuevos temas de investigación, en el año 1998, el grupo cambió su nombre por el de Ciencia de los Materiales, bajo la dirección de la profesora Ligia Sierra García, y ese año fue y continúa clasificado por Colciencias como Grupo A1. En el año 2004 retomó la dirección del grupo la profesora Betty Lucy López Osorio, y el grupo se trasladó a la Sede de Investigación Universitaria —SIU—, donde permanece en los laboratorios 310 y 311 de la Torre 1, y continúa como Grupo A1. Al inicio del año 2023, con motivo de la jubilación de la profesora Betty Lucy López Osorio, asumió la dirección la profesora Mónica Mesa Cadavid.

En los años noventa aún no se hablaba de nanotecnología, pero en ese momento los investigadores del grupo que en la actualidad se conoce como Ciencia de los Materiales de la Universidad de Antioquia se aven-

turaron a trabajar en la preparación de aluminosilicatos nanoporosos y polímeros microestructurados. Estos inspiraron el inicio de una nueva generación de cauchos, catalizadores, polímeros, hidrogeles y otros materiales funcionales con propiedades mecánicas y biológicas mejoradas. Su evolución a lo largo de estos treinta años ha contribuido al desarrollo de electrodos y membranas para celdas de combustibles, nanopartículas para la liberación controlada de principios activos, biocatalizadores estabilizados por inmovilización de enzimas, apósitos para curación de heridas y nuevas moléculas producidas por mecano-síntesis.

Actualmente, CienMate está vinculado al Instituto de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y se ha consolidado como un grupo de investigación en el diseño, la síntesis, la modificación, la caracterización y la aplicación de materiales inorgánicos (sílices, carbones y aluminosilicatos) y poliméricos naturales y sintéticos, como los plásticos, el quitosano, los polivinílicos y los hidrogeles proteicos. Colabora con diversas empresas del país y otros grupos de investigación en la solución de problemas relacionados con la caracterización y la estabilidad de pinturas, resinas, excipientes farmacéuticos y cosméticos, abrasivos, materias primas de la industria química, del papel, el reciclaje, y el reuso de materiales, el aprovechamiento de residuos, entre otras actividades. CienMate brinda oportunidades para la formación de estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, con egresados especialmente de Química y Ciencias Químicas.

## Los inicios de un grupo con vocación interdisciplinaria

El profesorado de CienMate inicialmente se conformó con profesionales de química e ingeniería química, y con el tiempo se vincularon profesionales de química farmacéutica e ingeniería de materiales. También se han vinculado otros estudiantes de Ingeniería Biomédica. Así, el laboratorio ha desarrollado las capacidades para resolver problemas complejos que requieren una cooperación interdisciplinaria.

Durante sus primeros años, CienMate se dedicó a la investigación con polímeros, sílices y mezclas de estos, para lograr el reforzamiento de los polímeros en el mejoramiento de sus propiedades. Para el año 2005, inició con la síntesis, la caracterización y la aplicación de polímeros biodegradables a partir de quitosano, polivinilalcohol, ácido poliláctico, ácido láctico-co-glicólico, albúmina y plasma sanguíneo, para su uso en la liberación controlada de principios activos, apósitos para la curación de heridas, películas para empaques, membranas para celdas de metanol, entre otros ejemplos. La trayectoria y la evolución del grupo CienMa-

te se puede contar enunciando los materiales que han sido objeto de investigación durante sus veinticinco años de existencia:

## Cauchos y polímeros reforzados

Esta área se inició en el año 1998, cuando los profesores Betty Lucy López, Ligia Sierra y Carlos Saldarriaga, expertos en polímeros y zeolitas, unieron estas áreas del conocimiento para crear materiales orgánicos reforzados en sus propiedades mecánicas y químicas, y con resistencia al fuego. Como ejemplos que incluyen además mayor resistencia mecánica, están los cauchos y fibras textiles tales como el nailon. Para la síntesis de zeolitas, sílices u otros aluminosilicatos a temperaturas superiores a 100 °C, se requería una autoclave (recipiente de acero recubierto con teflón), pero el grupo no contaba con esta ni con equipos de caracterización para comprobar si la síntesis había sido exitosa. Para ello se usaron los equipos de los que disponía el laboratorio del profesor Carlos Saldarriaga, de la Facultad de Ingeniería.

Un laboratorio pequeño, con un mesón para preparar soluciones, con cajones para guardar los pocos implementos de vidrio de los que se disponía y una estufa para secar los materiales, era con lo que el grupo contaba en su primer inventario. Esas primeras búsquedas de materiales y equi-



Preparación de una muestra para una reacción mecanoquímica por molienda de bolas. Fotografía: Alejandra Uribe Fernández, Dirección de Comunicaciones.

pos, de las potenciales aplicaciones en la ingeniería, la medicina y las industrias del plástico, y de colorantes, resinas, papel y materiales híbridos inorgánicos-polímeros instaron al grupo a pensar y a actuar interdisciplinariamente. La búsqueda de relaciones de apoyo a nivel nacional e internacional fue el motor para comenzar a atraer recursos que permitieran hacer investigación y convocar a los primeros estudiantes del grupo, desde el pregrado en Química, desde la industria nacional y desde el profesorado de la Facultad de Química Farmacéutica, para la realización de estudios de maestría y doctorado.

El apoyo del CODI por concepto de Estampilla, recurso que recibe la Universidad por el pago de impuestos, permitió la adquisición de un cromatógrafo líquido (equipo para separar y cuantificar los componentes de una mezcla), con el cual desarrollamos métodos de análisis de colorantes para una industria de la ciudad. Con esto, a su vez, el grupo pudo comprar un equipo de análisis químico por espectroscopía infrarroja y un computador para usar por turnos entre docentes y estudiantes. En ese tiempo, los artículos científicos se solicitaban a través de la biblioteca, con tiempos de espera de entre uno y tres meses para que llegaran impresos, en sobre sellado, y se pudieran estudiar.

## Sílices mesoporosas, carbones mesoporosos y nanotubos de carbón

Las zeolitas también inspiraron la síntesis de sílices mesoporosas, con poros de tamaño entre 2 y 10 nm, que apenas estaban incursionando como soportes de catalizadores en la industria petrolera. La Mobil Corporation, la Universidad de Santa Bárbara y otros grupos de investigación a nivel mundial ya habían comenzado este camino, y debido a sus poros grandes y la alta área superficial surgió la idea de utilizar estos materiales como fases estacionarias cromatográficas. Para eso era necesario empacarlos en columnas de acero inoxidable, por lo cual se adquirió la tecnología de empaquetamiento y nuevos equipos de análisis para su caracterización, como el analizador de área superficial y tamaño de poro —ASAP—, el calorímetro diferencial de barrido —DSC— para análisis de transiciones térmicas de polímeros y el análisis termogravimétrico —TGA— para determinar la estabilidad térmica de los materiales. Así continuó nuestro crecimiento en infraestructura y con ello aparecieron nuevos retos y nuevas oportunidades. Este proceso se fortaleció con la aprobación de los primeros proyectos de Colciencias y la llegada de nuevos estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, jóvenes investigadores de la Universidad.

Las propiedades de estas sílices mesoporosas se aprovecharon en otras aplicaciones, como la producción de carbones mesoporosos y nanotubos de carbón. Estos materiales con propiedades electrónicas han sido muy apetecibles para el desarrollo de dispositivos de conversión y almacenamiento de energía, ánodos y cátodos para celdas de combustible, y celdas solares y catalizadores. La síntesis de este material se inició con equipos incipientes, adaptando la mufla (horno que alcanza altas temperaturas) que había en el laboratorio, hasta llegar al montaje de un área de síntesis, con control del flujo de gases y de la temperatura, y hornos más tecnificados.

Por otro lado, el uso de las sílices, como soportes de inmovilización de moléculas con actividad biológica, permitió el nacimiento de la línea de investigación de inmovilización de enzimas para generar biocatalizadores estables y reusables. Estos incluyen la lactasa para la obtención de leches y productos deslactosados, probióticos y suplementos dietarios, y las lipasas para la hidrólisis de grasas y aceites o su transformación para que sean más saludables.

**El laboratorio ha desarrollado capacidades para resolver problemas complejos que requieren cooperación interdisciplinaria.**

## Biopolímeros

El amplio uso de productos plásticos, cauchos, textiles, pinturas y recubrimientos de materiales dio origen a proyectos relacionados con la síntesis, la modificación química, el reforzamiento y la caracterización de polímeros orgánicos e híbridos. Los textiles con retardo al fuego, pinturas y recubrimientos ecoamigables estuvieron entre los primeros logros del grupo en su primera década de trabajo. El desarrollo de estos proyectos y la vinculación de estudiantes becados y empresas permitieron expandir y aumentar el nivel de conocimientos en esta área. Fue así como hacia el 2004 los investigadores del grupo incursionaron en temas de nanotecnología para el desarrollo de nanotransportadores de medicamentos y el reforzamiento de biopolímeros para su uso como apósitos y para el soporte de cultivo celular. Esto coincide con el traslado a las nuevas instalaciones de la SIU, el fortalecimiento de la infraestructura y la adquisición de equipos para la síntesis y el análisis de nanopartículas (potencial zeta, dispersión de luz dinámica o DLS, ultrasonido, ultrafiltrador, *spin-coater*).

## Materiales inteligentes en tiempos de la inteligencia artificial

La investigación básica relacionada con el desarrollo de los materiales precedentes abrió una variedad de opciones de aplicación en biotecnología, nanotecnología y medicina. Nuestras líneas de investigación están enfocadas actualmente en los biopolímeros, la bioinorgánica, las energías renovables y la mecanoquímica.

Los avances continúan y el presente nos hace pensar ahora en la economía circular, los Objetivos de Desarrollo Sostenible —ODS—, la bioeconomía y los materiales inteligentes, que tienen las siguientes características:

- Se adaptan a condiciones de estrés como las membranas y películas poliméricas para las celdas de metanol y las celdas solares, respectivamente.
- Combinan la alta área superficial con la dispersión atómica de metales para usarlos como nanorreactores.
- Sirven como plantillas para el cultivo de fibroblastos, células mesenquimales, apoyando la ingeniería de tejidos.
- Albergan péptidos, proteínas o enzimas, aumentando su estabilidad y manteniendo su actividad biológica.
- Se producen mediante tecnologías limpias, libres de solventes, como las desarrolladas a través de la mecanoquímica, que usa la energía mecánica para la síntesis de moléculas, polímeros y péptidos.

Mediante la sinergia con otros grupos de investigación, como el de Biofísica de Enfermedades Tropicales de la Universidad de Antioquia, se ha fortalecido el trabajo interdisciplinario de Ciencia de los Materiales, incluyendo inteligencia artificial para la selección de moléculas activas, materias primas y el desarrollo de materiales biocompatibles, ecoamigables, biodegradables, diseñados a medida, para responder a los retos mundiales.



Montaje para analizar propiedades porosas de un material por adsorción de nitrógeno en un equipo ASAP2020. Fotografía: Alejandra Uribe Fernández, Dirección de Comunicaciones