

MICRO-X

ISSN: En trámite

Volumen 2, número 1, enero-abril 2024

Boletín Interdisciplinario en Microscopía y Microanálisis



BOLETIN CUATRIMESTRAL DE LA
AMMM

ENERO



Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis, A.C. (AMMM)
© Copyright 2024



MICRO-X

Órgano informativo y de divulgación científica de la
Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis (AMMM)

Publicación electrónica cuatrimestral en español, creada y respaldada por la AMMM

Enero-Abril 2024, volumen 2, número 1

MICRO-X es un medio electrónico de comunicación de la AMMM, que permite difundir en lenguaje sencillo, conocimiento técnico, aspectos históricos, semblanzas de reconocidos académicos, tips sobre técnicas de microscopía y de preparación de muestras, así como noticias de ámbito académico y comercial del campo de la Microscopía en las áreas de Ciencias de Materiales y Ciencias Biológicas.

MICRO-X, es una publicación de acceso libre editada por la AMMM <https://www.ammmicro.mx> y correo electrónico: contacto@ammmicro.mx. Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido citando adecuadamente la fuente y autores correspondientes.

Los textos publicados en MICRO-X son responsabilidad exclusiva del y/o los autores, y su contenido no refleja necesariamente el criterio de la Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis.

DIRECTORIO:

Editores en Jefe

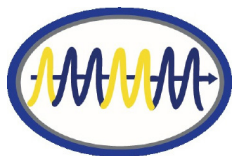
- Daniel Bahena Uribe
[CINVESTAV-IPN](#)
- Arturo Ponce Pedraza
[UTSA](#)
-

Comite editorial

- Jesús Arenas Alatorre
IF-UNAM
- Amelia López Herrera
COLPOS
- Roberto Hernández Lima
CINVESTAV-IPN
- Héctor Medel Cobaxin
ITESM-MTY

Fotografía de portada:

"Vasija rota" esférula de óxido de hierro encontrada en el ambiente. Micrografía obtenida por microscopía electrónica de barrido. Autores: Cesar Martínez, Samuel Tehuacanero Núñez y José Reyes Gasga, (IF-UNAM, CDMX).



Mensaje EDITORIAL:

Estimados lectores, nos complace el lanzamiento de nuestro segundo volumen, número 1 del Boletín de la AMMM en este inicio del año 2024. El comité editorial saluda a toda la comunidad académica y empresarial, a los lectores en general y a todos los miembros de la AMMM.

Este año, la AMMM organiza su décimo tercer Congreso Nacional de Microscopía, el cual será celebrado en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. La mesa directiva trabaja en conjunto con el comité organizador local a cargo del Dr. Domingo Ixcóatl García Gutiérrez, Profesor-Investigador de la [Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León \(UANL\)](#) para la realización del congreso, el cual se llevará a cabo del 23 al 27 de septiembre de 2024 en el [Centro de Internacionalización y de Relaciones Internacionales](#) de la UANL.

En este número se incluye una nueva sección "Aplicaciones de la Microscopía", en la cual hay cuatro contribuciones interesantes de la microscopía en las áreas biológicas, de materiales y de técnicas novedosas. La portada y la contraportada han sido seleccionadas de los ganadores del concurso de fotografía que fueron usadas en el calendario 2024 de la AMMM.

Desde la mesa directiva de la AMMM y el consejo editorial de este boletín extendemos una cordial invitación a nuestros lectores para unirse como miembros de la Asociación en el sitio electrónico (www.ammmicro.mx/producto/membresias/). Puedes participar activamente con contribuciones a este boletín, solicitando tu participación al correo electrónico contacto@ammmicro.mx. Este medio electrónico está abierto a la divulgación científica y a la difusión de noticias, eventos, ofertas de trabajo etc. y otros temas de interés en la Microscopía y Microanálisis. Así mismo se pueden recibir solicitudes y comentarios a ese mismo correo electrónico.

CONTENIDO

ENERO 2024

MENSAJE EDITORIAL

02 **Bienvenida**



TIPS DE MICROSCOPIA

04 **Consejos técnicos en la preparación de muestras para TEM empleando sistemas de doble haz SEM-FIB**
Mónica A. Ceniceros Reyes, Carlos A. Gallardo Vega

APLICACIONES DE LA MICROSCOPIA

- 06 **Microscopía de fuerza atómica en el análisis de estructuras biológicas**
Juan Vicente Méndez Méndez, Ana Elisabeth Olivares Hernández, Daniel Arrieta Baez,
José Jorge Pérez Chanona, Israel Arzate Vazquez
- 09 **Modelado del borde de energía Ti-L_{2,3} y su implicación en la interpretación de su espectro EELS**
Raúl Borja Urby, Guillermo Herrera Perez, Silvia Patricia Paredes Carrera, Claudia Jazmín Ramos Torres
- 13 **Nanotecnología y fotocatalisis: heterouniones impulsando la remediación del agua -más allá de lo invisible**
Laura Marcela Prieto Zuleta, Edgar Giovanni Villabona Leal, Hugo Ricardo Navarro Contreras,
Mildred Quintana Ruíz, Hiram Joazet Ojeda Galván
- 15 **Microscopía electrónica *in situ*: la nueva era de la microscopía electrónica de transmisión**
Enrique Díaz Barriga Castro

DIVULGACIÓN

18 **Guayule al Detalle: Un Viaje Microscópico Hacia la Nueva Agricultura del Desierto Mexicano**
Marco Antonio Castillo Campohermoso, Ana Margarita Rodríguez Hernández

RESEÑAS

19 **Nicolas Aguilera Herrera**
Jesús Arenas Alatorre

NOTICIAS

- 22 **Eventos**
- 23 **Desarrollos tecnológicos**
- 24 **Industria**
- 25 **Nuevos productos**

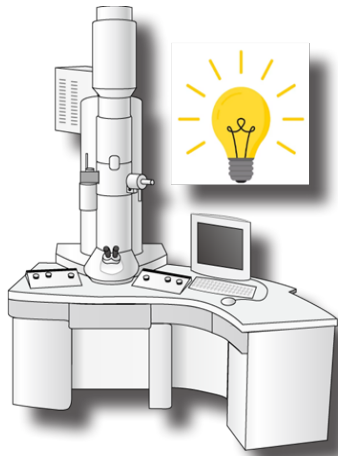
CALENDARIO DE EVENTOS

27 **Congresos y cursos 2024**

EMPRESAS AFILIADAS

29 **Empresas afiliadas a la AMMM**

TIPS DE MICROSCOPIA



En esta sección se expone mes con mes un tema fundamental de microscopía electrónica. Se harán algunas recomendaciones basadas en la teoría y la experiencia de expertos, para facilitar el manejo, control y maximizar el aprovechamiento de equipos, aditamentos y accesorios. Así mismo se presentarán algunas sugerencias para el tratamiento de datos e imágenes.

INTRODUCCIÓN

En microscopía electrónica, principalmente para TEM, es fundamental que la preparación de muestras se lleve a cabo de manera meticulosa para lograr extraer la mayor información posible de manera precisa durante su estudio. Considerando que para llevar a cabo el análisis por TEM es requisito indispensable que el espesor de la muestra sea menor de 100 nm (electrón-transparente); la naturaleza de la muestra da la pauta al momento de elegir el tipo de preparación más adecuado, éstas se clasifican en: polvos, películas delgadas y materiales volumétricos o en “bulk”. Cuando las muestras son materiales volumétricos se utiliza la técnica de haz de iones focalizados (FIB) en sistemas de doble haz (SEM-FIB), ver **Figura 1**, estos sistemas combinan la columna del haz de electrones con una segunda columna de haz de iones de galio

(Liquid Metal Ion Source) [1], ambos contribuyen a realizar una preparación altamente específica y precisa, preservando la estructura original en una amplia gama de materiales (semiconductores, composites, aceros y aleaciones, huesos, etc.), además de tiempos de preparación relativamente cortos, en comparación con la preparación convencional (desbaste y pulido mecánico). Actualmente, el uso del FIB no es exclusivo en el área de semiconductores, sino que se ha implementado a otros campos como la metalurgia, cerámicos, geología, polímeros, biología, entre otras [1].

El uso de esta herramienta permite la generación y extracción de secciones delgadas (o lamelas) en zonas específica: interfaces, fronteras de grano, películas multicapas, partículas embebidas en una matriz de diferente material,

etc [2]. El grado de dificultad y el tiempo de preparación dependerá principalmente del tipo de muestra, si es conductora o no, además de las dimensiones que tenga, estas se recomiendan sean de 1 x 1 x 0.2 cm (largo x ancho x espesor), considerando que el procedimiento con iones se realiza normal a la columna de galio, es

decir, a una inclinación de 52 °.



Figura 1. Sistema de doble haz SEM-FIB

PROCEDIMIENTO

Es muy importante mencionar que toda muestra no conductora como vidrio, polímeros y materiales cerámicos deberán ser recubiertos con un material conductor, previo a colocar la muestra en el microscopio, el oro-paladio es más común, sin embargo, también se puede utilizar el platino o carbón para recubrir la superficie.

CONSEJOS TÉCNICOS EN LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA TEM EMPLEANDO SISTEMAS DE DOBLE HAZ SEM-FIB

El procedimiento de preparación de una lamela para TEM se describe en los siguientes pasos, este procedimiento ha sido llevado a cabo en sistema de doble haz FEI modelo QUANTA 200 3D y FEI SCIOS. A continuación se lista el procedimiento de preparación de muestra de acuerdo con la numeración de las imágenes de la **Figura 2**.

- Depósito de platino.** Una vez encontrada aquella característica de interés en la superficie de la muestra, se deposita una placa de platino para así protegerla del haz de iones. Las dimensiones (μm) del patrón de depósito, determinarán la corriente a utilizar, ya que, si ésta es menor, el platino no se depositará uniformemente y, por el contrario, si la corriente es mayor, se desbastará la superficie. Para obtener la corriente adecuada se deberá realizar el siguiente cálculo, el cual dará como resultado la corriente (I) en pA (aunque se elige la corriente más cercana si no se tiene la corriente exacta), $I = xy6$. Donde I es la corriente (pA); x , y son largo y ancho del patrón de depósito (μm).
- Cortes transversales.** Los cortes “gruesos” se utilizan para remover la mayor cantidad de material posible a ambos lados de la placa de platino, se recomienda utilizar corrientes de 10 -15 nA así como también ángulos de inclinación de $\pm 1.5^\circ$.
- Desbaste intermedio.** Estos patrones de corte tienen la finalidad de pulir las caras de la lamela con corrientes más bajas, se recomienda 0.1 - 0.3 nA. Una vez terminado el pulido se procede a realizar el corte en “U” para liberar la lamela de un extremo y de la parte inferior del material en “bulk”.
- Extracción de la lamela.** Con ayuda del micromanipulador mecánico (Omniprobe, Lift Out, etc.), la lamela es extraída del material en “bulk” para luego ser soldada a la rejilla de Cu para TEM.
- Adelgazamiento final.** Las paredes de la lamela son pulidas por ambos lados hasta obtener un espesor electron-transparente. Esta etapa es por naturaleza lenta, ya que se recomienda reducir el voltaje de aceleración y las corrientes en el orden de pA, para

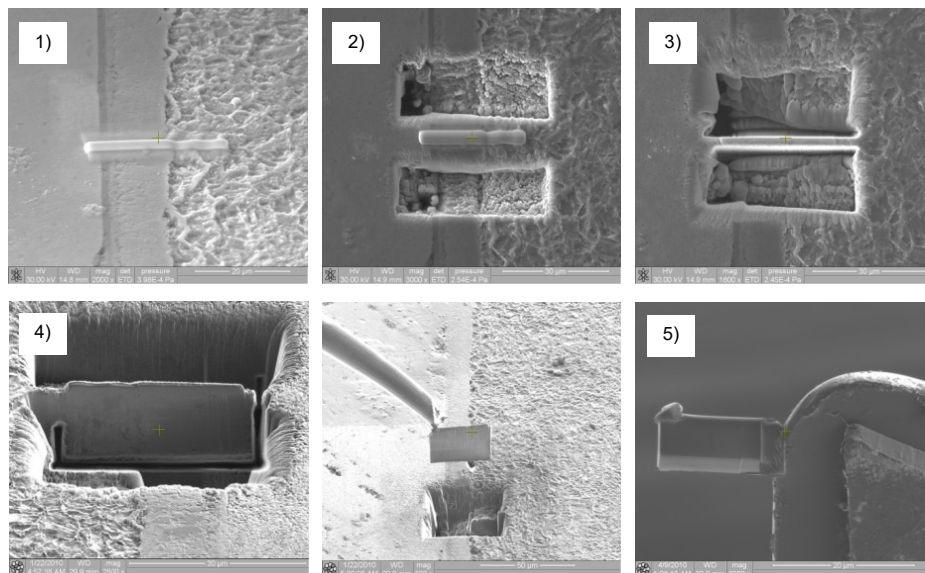


Figura 2. Procedimiento de preparación de la lamela para TEM en un sistema de doble haz.

de esta manera minimizar el daño a la superficie.

El último paso es sin lugar a dudas el más importante, ya que el manejo de las corrientes utilizadas a la par que el ángulo de inclinación juegan un papel importante, ya que se puede minimizar el efecto cortina y daños en la superficie (amorfización).

CONCLUSIÓN

El procedimiento de preparación es meticuloso en general y demandante de atención y tiempo principalmente en la etapa final, sin embargo, es necesario para obtener una alta calidad en la superficie de la lamela y esto se ha logrado teniendo un buen control en el uso de la corriente, los ángulos de inclinación y de ser posible el voltaje de aceleración.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Esmeralda M. Saucedo Salazar por su aportación en la revisión de este artículo.

REFERENCIAS

- Lucille A. Giannuzzi, Fred. A. Stevie, “Introduction to Focused Ion Beams Instrumentation, Theory, Techniques and Practice”, Springer, ISBN 0-387-23116-1.

- Nan Yao, “Focused Ion Beam Systems Basics and Applications”, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-15859-6.

AUTORES:

Mónica A. Cenicerros Reyes y Carlos A. Gallardo Vega.

Laboratorio de Instrumentación Analítica del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila.

MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA EN EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS BIOLÓGICAS

En este trabajo se describe el principio de funcionamiento del microscopio de fuerza atómica, así como las partes principales que lo integran, también se presenta un ejemplo de utilización en el área biológica, obteniendo imágenes topográficas de una mariposa Dione Moneta (*Pasionaria mexicana*) con las cuales se observan detalles de la estructura morfológica. también, se obtiene perfiles con la herramienta (section) a partir de las cuales se pueden realizar mediciones cuantitativas.

INTRODUCCION

El microscopio de fuerza atómica (MFA) y por sus siglas en inglés AFM fue inventado en 1986 por Binnig, Quate and Gerber [1]. El AFM pertenece a la familia de microscopios que utilizan una "sonda" para obtener imágenes (SPM scanning probe microscopes, siglas en inglés). El AFM es descendiente del microscopio de tunelamiento (inventado en 1982 Zurich). Este se define como un microscopio opto-mecánico usado principalmente para la obtención de imágenes topográficas de superficies de diferentes tipos de muestras, sin embargo, existen muchos más usos como la determinación de propiedades nanomecánicas.

Para entender el funcionamiento del AFM haremos una analogía con una persona invidente. Las personas invidentes pueden detectar obstáculos y sentir su entorno por medio de un bastón. De la misma forma el AFM puede sentir la superficie de las muestras por medio de una viga con una punta

muy afilada a manera de bastón. Por medio del bastón (viga y punta) se realiza escaneo de líneas paralelas a una distancia relativamente cercana entre si cubriendo un área de interés. Con cada línea de escaneo se obtiene un perfil topográfico, uniendo todos los perfiles obtenidos se puede reconstruir una imagen topográfica por medio del software (Figura 1). El color no es propio de la muestra, este se asigna por medio del programa.

Los componentes principales del AFM se pueden observar en la Figura 2. El componente 1 es la viga en voladizo la cual contiene una punta o sonda localizada en el extremo libre, la punta suele ser muy afilada en el rango de los 2-50 nanómetros aproximadamente, y es una parte muy importante del microscopio debido a que este interactúa con la muestra y buena parte de la resolución depende del filo de este elemento.

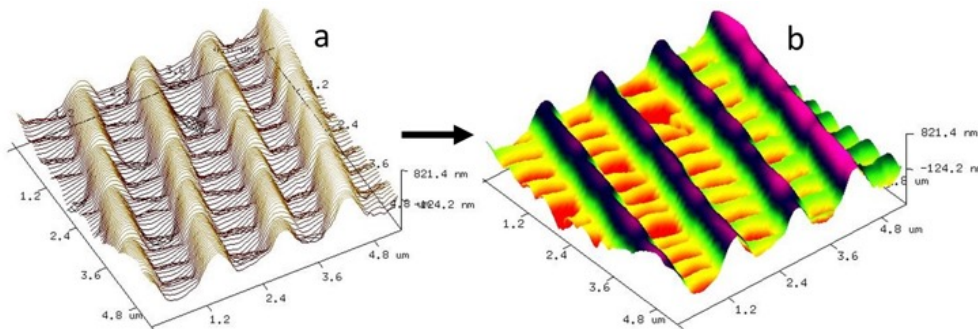


Figura 1. (a) Perfiles obtenidos en el escaneo, (b) con los perfiles se construye la imagen topográfica.

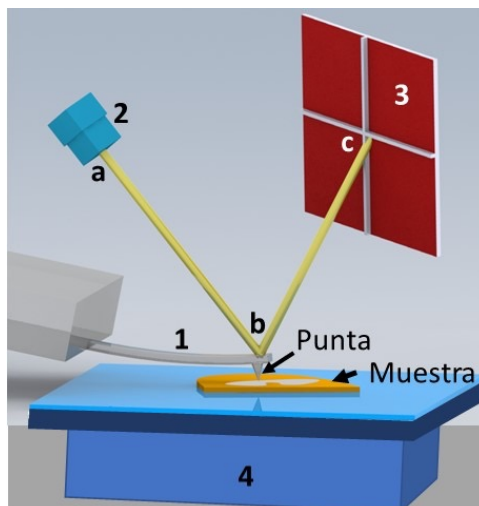


Figura 2. Representación esquemática del microscopio de fuerza atómica, en él se pueden apreciar, la viga en voladizo (1), la fuente laser (2), el sensor óptico (3), el escáner (4), el rayo laser que forma un circuito entre los puntos a-b-c y la punta que se encuentra

El componente 2 es la fuente laser la cual produce un haz de luz (punto a) que incide en la parte posterior de la viga (punto b) como se observa en la Figura 1, posteriormente el haz laser es reflejado he incide en el elemento 3 (punto c) conocido como foto sensor. El fotosensor traduce la señal óptica en voltaje y envía la señal al controlador quien a su vez envía una señal de retroalimentación al elemento 4 conocido como escáner.

El escáner se encargado de subir o bajar la muestra para que la interacción punta-muestra se mantenga constante de acuerdo con los parámetros especificados por el operador, además de encargarse de los desplazamientos en los ejes X y Y.

Estos microscopios pueden obtener imágenes con diferentes modos de operación. Algunos de los modos más actuales son PeakForce (Bruker), ScanAsyst (Bruker), PeakForce quantitative nanomechanical (PF-QNM) (Bruker), y True Non-Contact Mode (Park Systems), etc. Sin embargo, estos modos se pueden englobar en una familia de modos que tiene como origen el modo intermitente debido a que en este se hace vibrar la viga y puede o no tocar intermitentemente la superficie de la muestra. Además, de los modos intermitentes existe otro modo básico conocido como modo contacto, en este la punta permanece como lo dice su nombre permanente mente en contacto con la muestra, en este se usan puntas de poca rigidez para no dañar la muestra con la punta.

El AFM se utiliza en prácticamente todas las áreas de investigación, una de estas áreas es la biológica debido a que este presenta la ventaja de trabajar a presión y temperatura ambiente, además, es capaz de operar en fluido liquido (medio de cultivo y otras sustancias) lo cual es una ventaja sobre otros microscopios debido a que esto permite la investigación de microorganismos vivos como lo son bacterias y células. Sin embargo, no se limita a este tipo de muestras ya que es posible trabajar con

materiales como metales, polímeros y minerales, etc.

Para poder visualizar mejor se presentará un ejemplo de utilización del AFM en materiales biológico, ver Figura 2.

MATERIALES Y METODOS.

En este trabajo se utilizó un microscopio de fuerza atómica modelo MultiMode V, (Bruker ,USA), con controlador NanoScope V (Bruker, USA), y puntas RTESP-300 (Bruker). Los escaneos se realizaron en aire, utilizando el modo intermitente. Se selecciono un segmento brillante de ala posterior de mariposa de la especie Dione Moneta (Pasionaria mexicana) (ver Figura 3a). En esta figura se señalan por fechas algunas de las áreas brillantes similares a la analizadas. La mariposa fue encontrada inerte en el jardín, no se realizó ninguna preparación solo se cortó un segmento de ala usando tijeras y se colocó en un porta muestras metálico por medio de cinta adhesiva doble cara y finalmente se limpió con aire.

Para el análisis se obtuvieron imágenes topográficas de 15×15 y $5 \times 5 \mu\text{m}^2$. Figura 3b y 4a respectivamente, y se analizaron utilizando la herramienta (section) del programa NanoScope Analysis 1.8, (Bruker, USA). Esta herramienta permite trazar manualmente líneas sobre la imagen topográfica por medio del "ratón de la computadora" ver Figura 4a, en esta se pueden

apreciar dos líneas trazadas (perfil 1 y 2). El programa permite obtener las secciones transversales de los perfiles trazados, ver Figura 4b y c, y por medio de líneas de referencia se pueden medir cuantitativamente detalles importantes de las secciones analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los materiales biológicos son en general muy complejos, la evolución ha logrado configurar estructuras para realizar funciones específicas (relación función-estructura), las cuales son muy difícil manufacturar de forma ingenieril. Sin embargo, al estudiar estos materiales los seres humanos podemos obtener ideas innovadoras inspirados en materiales biológicos y usarlas a nuestro favor [2]. A esto se le conoce como biomimetismo. Por ejemplo, la coloración de la mariposa depende entro otros factores de las micro-nano estructuras que constituyen las alas [3,4]. Además, las alas de mariposa son muy ligeras y de un tamaño relativamente grande, lo cual se logra con una estructura muy compleja que satisface este requerimiento. En la Figura 3 se muestra una imagen topográfica ($15 \times 15 \mu\text{m}^2$) obtenida por medio del microscopio de fuerza atómica, a simple vista podemos observar la complejidad de esta estructura.

En la Figura 3b se aprecian algunos detalles micro y nanométricos de la

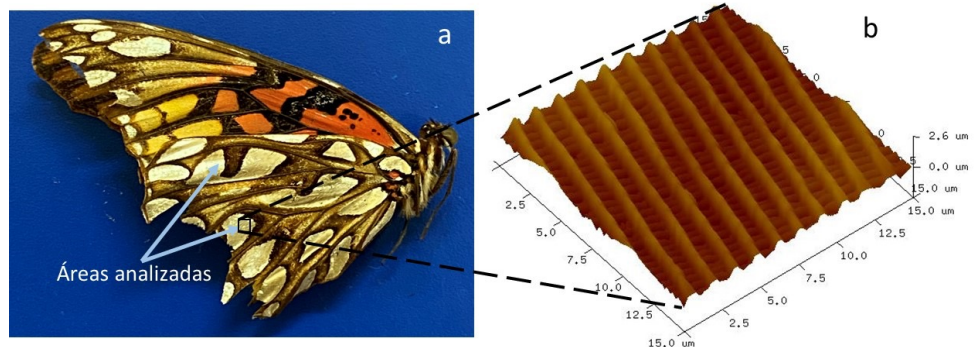


Figura 3. (a) Mariposa Dione Moneta, las áreas claras a simple vista se observan con color pateado brillante, en esta zona se realizó el escaneo, (b) Imagen 3D del ala de $15 \times 15 \mu\text{m}^2$ a simple vista se observan la complejidad de la estructura.

estructura superficial. Se observan elementos alargados formados por segmentos más pequeños, estos detalles se pueden observar con más detalles en Figura 4a. También se observan elementos más cortos que “unen” las estructuras alargadas. Sin embargo, el AFM además de información cualitativa permite obtener información cuantitativa.

Para obtener información cualitativa usaremos una herramienta llamada (section) del programa NanoScope Analysis 1.8. En la Figura 4a, se observa una imagen 2D del canal topográfico de $5 \times 5 \mu\text{m}^2$, sobre esta imagen se trazan dos perfiles de sección transversal (Perfil 1 y Perfil 2). La herramienta “section” permite obtener las secciones transversales (Figura 4b y c). A partir del perfil 1 podemos medir la altura y ancho promedio de los elementos con valores de 285.3 y 492.0 nm respectivamente, de forma similar se midieron el alto y ancho de los elementos alargados y se encontraron valores promedio de 691.8 nm y $1.126 \mu\text{m}$ respectivamente. Este es solo un ejemplo de las potencialidades de MFA.

CONCLUSIONES.

No fue necesario preparar de forma especial esta muestra para poder observar algunas de las estructuras de las alas.

Se sabe que los colores que muestran las alas de las mariposas provienen del arreglo de estructuras nanoscópicas, con la ayuda del MFA es posible observar algunas de las estructuras.

La resolución de MFA permite observar dimensiones nanométricas.

AGRADECIMIENTOS.

Al centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías del Instituto Politécnico Nacional, a los proyectos SIP 20221396, 20230974, 20221465 y 20230984.

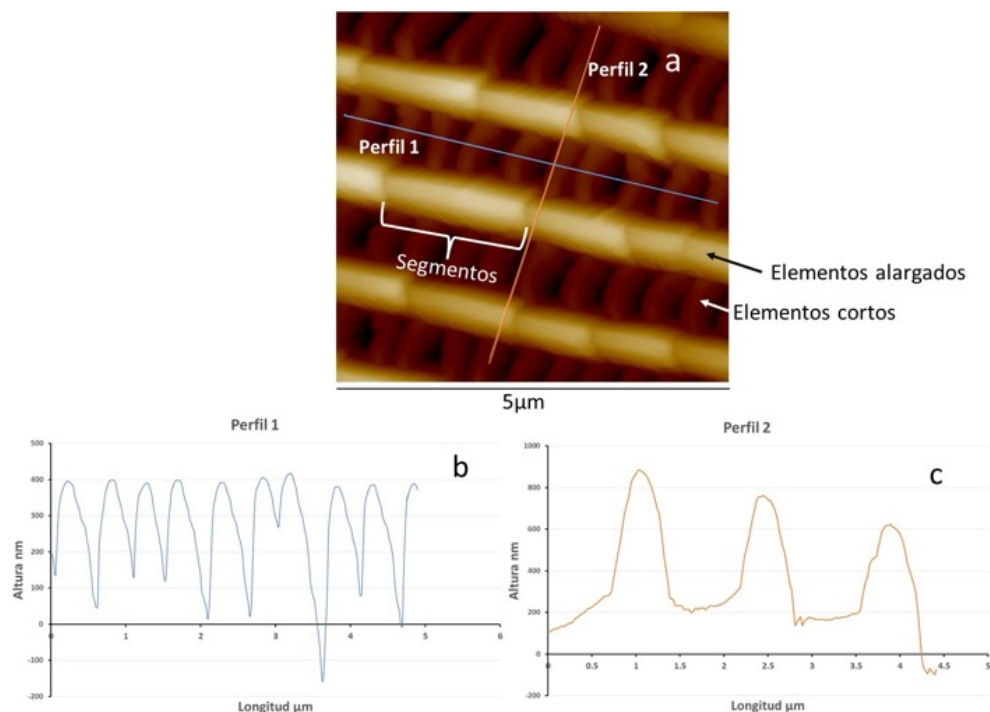


Figura 4. (a) Imagen topográfica (visualizada en dos dimensiones) $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ del ala de mariposa, sobre esta imagen se trazan dos perfiles (perfil 1 y 2), (b) y (c) son las secciones transversales correspondientes a los perfiles 1 y 2 respectivamente.

REFERENCIAS.

1. Binnig G. and Quate C. F. and Gerber, Ch. Atomic Force Microscope. *Phys. Rev. Lett.* (1968), 56, 930-933.
2. Osotsi M.I., Zhang W, Zada I, Gu J, Liu Q, Zhang D. Butterfly wing architectures inspire sensor and energy applications. *Natl Sci Rev.*, (2020), 8, 3.
3. Kaya M, Bitim B, Mujtaba M, Koyuncu T. Surface morphology of chitin highly related with the isolated body part of butterfly (*Argynnis pandora*). *Int J Biol Macromol.* (2015), 81, 443-9.
4. Dallaeva D. and Tomanek P., AFM study of structure influence on butterfly wings coloration. *Applied Physics.* (2012), 10, 2.

AUTORES

Juan Vicente Méndez Méndez¹, Ana Elisabeth Olivares Hernández², Daniel Arrieta Baez¹, José Jorge Pérez Chanona², Israel Arzate Vazquez¹.

¹Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías, Instituto Politécnico Nacional

²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

MODELADO DEL BORDE DE ENERGÍA Ti-L_{2,3} Y LA INTERPRETACIÓN DE SU ESPECTRO EELS

Investigar las propiedades electrónicas de los nanomateriales mediante la espectroscopía de pérdida de energía de los electrones (EELS) en un microscopio STEM y en combinación con el cálculo multiplete, permite elucidar: estados de valencia y simetría. En el cálculo, la aproximación de ión libre pueden incluirse efectos del campo cristalino y efectos de transferencia de carga. Dicha información se obtiene del análisis espectral de las excitaciones de los estados electrónicos involucrados, en las interacciones inelásticas locales, entre el nanomaterial y la sonda de electrones. En los metales de transición, los electrones excitados 2p a orbitales parcialmente desocupados con carácter 3d, caracterizan las transiciones permitidas desde los niveles 2p_{3/2}, y 2p_{1/2}, correspondientes al borde de energía L_{2,3}. El análisis de la estructura fina del borde revela el carácter covalente del enlazamiento metal – oxígeno en el material. La información del borde de energía requiere de procesamiento matemático, así como también, del modelado teórico para la correcta determinación de los estados de valencia del nanomaterial en la región de análisis. En el presente trabajo se profundiza en el modelado del borde L_{2,3} del titanio y las implicaciones que tienen los parámetros a modelar de las interacciones electrónica en la estructura fina del borde

INTRODUCCION

Las técnicas analíticas de microscopía electrónica aplicadas a nanomateriales sólidos cristalinos han permitido incluir el análisis de

la configuración y características electrónicas locales en los estudios de la microestructura de los nanomateriales, esto gracias a la alta resolución espacial y alta resolución en energía, disponibles actualmente (Potapov et al., 2001). Mediante la espectroscopía por pérdida de energía de los electrones (electron energy-loss spectroscopy, EELS) se analizan las propiedades químicas locales en nanomateriales de interés. El subgrupo de metales de transición (TM) que comprende del potasio hasta el níquel, y entre ellos el titanio (Ti), poseen un borde de energía cuyas características principales son un par de transiciones de energía abruptas muy intensas y bien definidas en el umbral de excitación, conocidas como líneas blancas o “white lines” (WL) (Reimer (1995)). Al medir las WL mediante (S)TEM-EELS se puede determinar en nanocompuestos los diferentes estados de valencia en que se encuentran los iones metálicos del metal de transición. Diversos grupos han investigado las características de la estructura electrónica del Ti en diferentes compuestos como TiO₂ (Paz et al., 2020), BaTiO₃ (Matsumoto et al., 2013), Ba_{0.9}Ca_{0.1}Zr_{0.1}Ti_{0.9}O₃ (Herrera-Pérez et al., 2020), para definir las estructuras finas del borde Ti-L_{2,3}. En algunos casos, se han realizado modelados teóricos de la estructura fina del borde Ti-L_{2,3} en los diferentes entornos químicos con la finalidad de tener una referencia contra los datos experimentales (Grayson, S. (2012)).

La motivación del presente trabajo, es presentar el modelado del borde

de energía L_{2,3} para los estados de valencia Ti⁴⁺, Ti³⁺, Ti²⁺ del titanio permitiendo familiarizarse con la estructura fina del borde, y las respectivas estructuras electrónicas asociadas al entorno químico del octaedro formado entre los iones Ti-O.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los nanomateriales se caracterizaron en un microscopio JEOL modelo JEM-ARM200F, con emisor de cátodo frío (ColdFEG), corrector de aberraciones CEOS, y filtro de energía post-columna (965-ER Quantum) con el cual se obtuvieron los espectros EELS. El procesamiento matemático de las WL para el análisis de estados de valencia se reporto recientemente (Borja-Urby et al., 2022). El modelado teórico del borde de energía Ti-L_{2,3} se llevó a cabo mediante el programa de acceso libre Charge Transfer Multiplet Calculation for X-ray Absorption Spectroscopy (CTM4XAS, Stavitski, 2010) version 5.5 (códigos de Frank de Groot, 2008 basados en Cowan, 1981), en un equipo de computo Intel® Core™ i5-7440HQ CPU @ 2.80GHz.

RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta el material de interés del presente trabajo, nanopartículas de TiO₂ sintetizado en un reactor de microondas/ultrasonido reducidas con Cinnamomum verum. En el panel (a) se confirma la emisión de rayos X característicos del titanio en las transiciones K α (4.51 keV) y K β (4.96 keV) en el espectro de dispersión de energía EDS en el rango de 0–7 keV. El panel (b), deja

ver un conjunto de nanopartículas de TiO₂ policristalinas con un tamaño de partícula próximo a los 20 nm, obtenido típicamente mediante la metodología de síntesis verde descrita por González-Anota et al., 2023.

En la Figura 2 (a) se muestra el rango de energía perdida de 0 a 2000 eV del espectro EELS observable en un microscopio electrónico de transmisión. En el rango más amplio, la región de carozo (Core-Loss, 100 a 2000 eV), cada borde de energía contabiliza electrones que han sido dispersados inelásticamente de la sonda electrónica al atravesar por el

nanomaterial. Como se muestra en la Figura 2 (b), el borde de energía ionizante L_{2,3} característico del Ti localizado comúnmente en los 456 – 462 eV resulta de las excitaciones de los electrones atómicos en la capa L a niveles por arriba e la energía de Fermi. El estudio de la estructura electrónica de los nanomateriales mediante espectroscopia EELS presenta una estrecha relación con la técnica de absorción de rayos-X (XAS) (de Groot, 2008). Además, en ambas técnicas analíticas el modelado teórico mediante el cálculo del múltiple de atómico es utilizado para ayudarse en la correcta interpretación de la

estructura electrónica local del material analizado, en este caso por STEM-EELS.

En la Figura 3 se puede observar el modelado teórico del borde Ti-L_{2,3} en diferentes aproximaciones para el estado de valencia Ti⁴⁺, aproximación de ion libre (panel 3-a), aproximación del cálculo considerando efectos de campo cristalino (panel 3-b) y la aproximación considerando transferencia de carga entre los ligantes metal – oxígeno (panel 3-c).

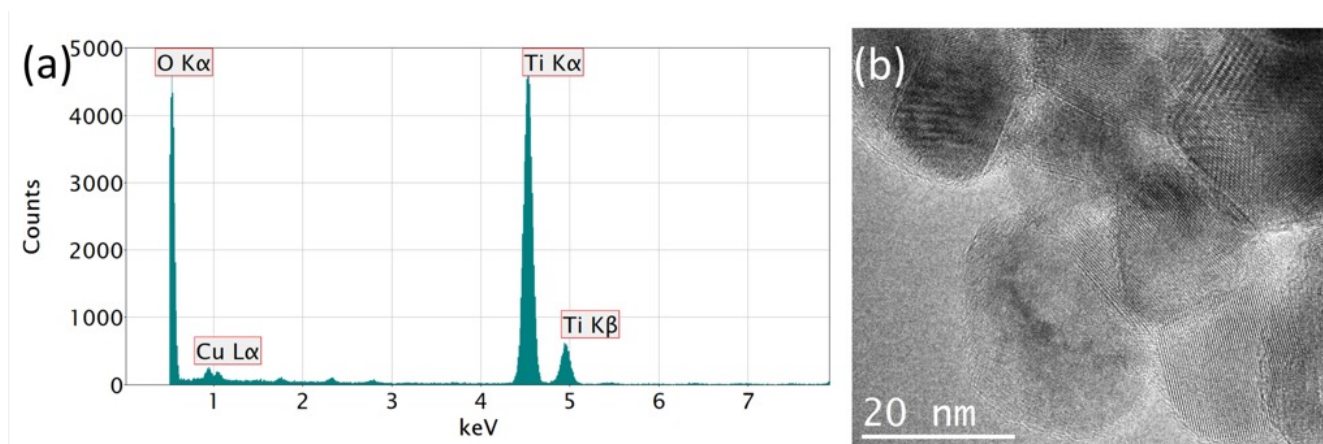


Figura 1. Nanopartículas de TiO₂ por síntesis verde: (a) espectro de dispersión de energía EDS, (b) micrografía en HRTEM.

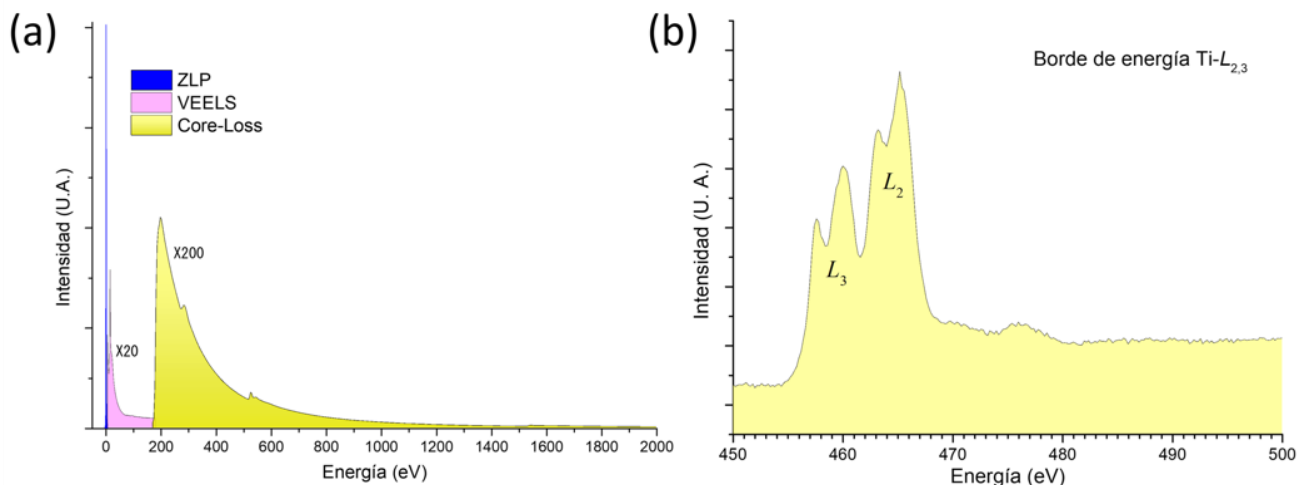


Figura 2. (a) Espectro de energía perdida (EELS) con sus 3 regiones: región elástica (ZLP), región de valencia (VEELS) y región de carozo (Core – Loss). (b) Borde de energía L_{2,3} del titanio (Ti-L_{2,3}).

DISCUSIÓN

La intensidad de las líneas blancas (white lines) del borde Ti-L_{2,3} caracteriza la probabilidad de la transición de electrones en los niveles 2p_{3/2}, 2p_{1/2} al nivel 3d entre los orbitales atómicos Ti-O. Finalmente, la estructura fina de cada una de las líneas se asocia con la densidad de estados desocupados en la banda de valencia del compuesto. Inicialmente, el modelado teórico

estructura electrónica local se han de considerar cálculos de las integrales Slater, mediante las cuales, se estiman las contribuciones relativas a la transferencia de carga entre ligantes en los diferentes estados electrónicos del tipo d-d, y p-d del poliedro octaédrico Ti - O. Como se observa en la Figura 3 (c), la estructura fina del borde Ti-L_{2,3} cuenta ahora con la presencia de señales de poca intensidad llamadas

analizados experimentalmente en el microscopio mediante (S)TEM-EELS.

CONCLUSIONES

Es de notarse que el espectro EELS es la respuesta local del material a su excitación por los electrones acelerados del microscopio electrónico (EM). En particular, el espectro del borde de energía en la región del Core - Loss

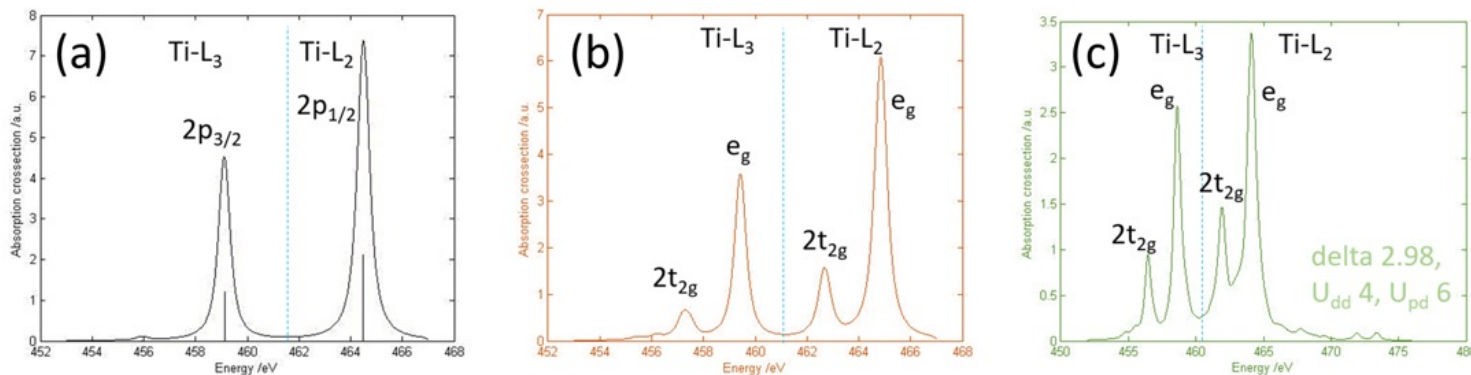


Figura 3. Cálculo multiplete del borde Ti-L_{2,3} en Ti⁴⁺ localizado en la región de carozo mediante el programa CTM₄XAS₅₅ considerando: (a) aproximación de ion libre, (b) con efectos de campo cristalino, y (c) con transferencia de carga entre ligantes Ti-O.

de ambas líneas blancas consiste en proponer un entorno de ion libre (Ti) en donde las transiciones electrónicas se encuentren libre de efectos externos. Como se observa en la Figura 3 (a), el calculo teórico en aproximación de ion libre para el caso Ti⁴⁺, corresponde a una estructura fina de borde L_{2,3} con una sola línea por estado, es decir, una para el 2p_{3/2} en 456 eV, y una para el 2p_{1/2} en 462 eV, esta última con mayor intensidad.

satélites, junto a las líneas blancas del borde L_{2,3}. Son todas estas pequeñas variaciones en la energía de los orbitales que finalmente van dando forma a la estructura fina del borde de energía característica de un estado de oxidación u otro, como se puede ver en la Figura 4 para Ti³⁺ Ti²⁺. Luego de contar con un modelado teórico inicial, se comparará con el borde de energía y su estructura fina

conlleva la caracterización de los nanomateriales y de sus propiedades optoelectrónicas en la escala pequeña o nanométrica.

AGRADECIMIENTOS

R.B-U agradece al IPN por financiamiento al proyecto SIP2023-2243 y al CNMN-IPN por los servicios de análisis STEM-EELS.

Las variaciones energéticas de la estructura electrónica que se generan por el campo cristalino se observan en el rompimiento del estado degenerado de las líneas 2p_{3/2}, 2p_{1/2} en los estados t_{2g} y e_g en cada una, como se observa en la Figura 3 (b), ahora la estructura fina del borde Ti-L_{2,3} consta de dos pares de líneas dobles, L₃, L₂ para el Ti⁴⁺ octaedral (Oh).

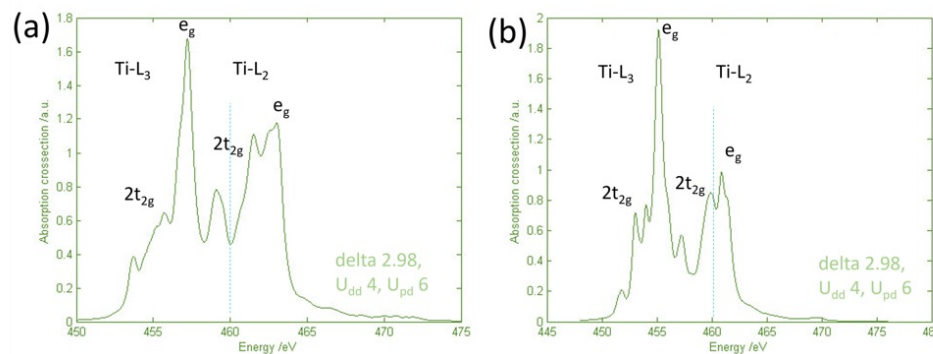


Figura 4. Cálculo multiplete del borde Ti-L_{2,3} mediante el programa CTM₄XAS₅₅ con transferencia de carga entre ligantes Ti - O para: (a) Ti³⁺, (b) Ti²⁺.

En adición a lo anteriormente expuesto, en el modelado de la

REFERENCIAS

1. Borja-Urby, R., González-Vargas, O. A., Suárez-Toriello, V. A. y Herrera-Pérez, G. EELS post-processing and multiplet calculation for Ce⁴⁺, Ce³⁺ valency determination in nanomaterials. *MRS Adv.*, 7, (2022), 1032-1037.
2. Cowan, R. D. *The Theory of Atomic Structure and Spectra*. University of California Press. Berkeley, CA, USA, 1981.
3. de Groot, F. y Kotani, A. *Core Level Spectroscopy of Solids*. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton, FL, USA, 2008.
4. Egerton, R. F. *Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope*. Third Edition. Springer Science & Business Media. New York, USA, 1996.
5. González-Anota, D. E., Paredes-Carrera, S. P., Pérez-Gutiérrez, R. M., Arciniega-Caballero, B., Borja-Urby, R., Sánchez-Ochoa, J. C. y Rojas-García, E. (2023). Green Synthesis by Microwave Irradiation of TiO₂ Using Cinnamomum verum and the Application in Photocatalysis. *J. Chem.*, (2023), 17.
6. Grayson, S. *Theoretical Simulation of Resonant Inelastic X-Ray Scattering in Transition Metal Oxides*. Department of Physics, Trinity College Dublin, 2012.
7. Herrera-Pérez, G. Solis-Canto, O. Silva-Vidaurre, G. Pérez-García, S. Borja-Urby, R. Paraguay-Delgado, F. Rojas-George, G. Reyes-Rojas, A. y Fuentes-Cobas, L. Multiplet structure for perovskite-type Ba_{0.9}Ca_{0.1}Ti_{0.9}Zr_{0.1}O₃ by core-hole spectroscopies. *J. Appl. Phys.*, (2020), 128(6), 064106.
8. Matsumoto, H., Kakibayahi, H., Taniguchi, Y., Cheng, I-K., Lee, T-T., Hu, Ch-L., Lee, Ch-T. y Fujimoto, M. Characterization of Solid-State Reaction of Barium Carbonate and Titanium Dioxide by Spatially Resolved Electron Energy Loss Spectroscopy. *J. Am. Ceram. Soc.*, (2013) 96(8), 2651-2656.
9. Paz, C. V., Ung, F., Zarate, J. y Cortés, J. A. Evaluation of surface phenomena involved in photocatalytic degradation of Acid Blue 9 by TiO₂ catalysts of single and mixed phase – A theoretical and experimental study. *Appl. Surf. Sci.*, (2020), 508, 145114.
10. Reimer, L. (Ed.). (1995). *Energy-Filtering Transmission Electron Microscopy* (1st ed.). Springer, New York. USA. 1995.
11. Stavitski, E. de Groot, F.M.F. The CTM4XAS program for EELS and XAS spectral shape analysis of transition metal L edges. *Micron*, (2010), 41, 687.

AUTORES

Raúl Borja-Urby¹, Guillermo Herrera-Perez², Silvia Patricia Paredes-Carrera³, Claudia Jazmín Ramos-Torres¹.

¹Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías (CNMN), Instituto Politécnico Nacional, México.

²Física de Materiales. Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMA) S. C. México.

³Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), Instituto Politécnico Nacional, México.

NANOTECNOLOGÍA Y FOTOCATÁLISIS: HETEROUNIONES IMPULSANDO LA REMEDIACION DEL AGUA -MÁS ALLÁ DE LO INVISIBLE

En medio de la crisis global de escasez de agua y la creciente preocupación por los contaminantes emergentes, la fotocatalisis emerge como una solución innovadora. Este estudio se enfoca en la investigación de nanomateriales, centrándose especialmente en heterouniones con diversas morfologías. La colaboración de estos nanomateriales ofrece una respuesta más efectiva en las aplicaciones de interés, con el objetivo principal de lograr una eficiencia óptima en la recuperación del agua y abordar la degradación de contaminantes emergentes mediante la exposición a la luz solar.

Este enfoque destaca la importancia crítica de la tecnología fotocatalítica en la purificación del agua, resaltando su papel fundamental para mitigar la crisis hídrica y ambiental a nivel mundial.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua potable y la presencia inadvertida de contaminantes emergentes representan una crisis global. Estos contaminantes, que incluyen colorantes, medicamentos, pesticidas y otros compuestos, pasaron desapercibidos durante mucho tiempo debido a su diminuto tamaño, pero ahora amenazan la calidad del agua. Su detección en fuentes hídricas ha desencadenado enfermedades y daños ecológicos significativos [1]. La industria textil, como fuente importante de estos contaminantes, libera toxinas difíciles de eliminar, comprometiendo tanto la biodiversidad como la disponibilidad de agua.

En respuesta a esta situación crítica, surge la innovadora tecnología de la fotocatalisis. Esta metodología

aprovecha materiales específicos, denominados fotocatalizadores, que bajo la exposición a la luz solar actúan como facilitador para convertir los contaminantes en formas menos dañinas para el entorno y los seres vivos.

Nuestro equipo de investigación se enfoca en explorar nanomateriales fotocatalizadores alternativos con variadas morfologías, como estructuras 1D (similares a espaguetis o tubos) y 2D (como hojas de papel o láminas). Nuestro interés recae en compuestos como el titanato de lantano ($\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$), el óxido de cerio (CeO_2) y el oxibromuro de bismuto (BiOBr), así como en la combinación de estos materiales. ¿Podrán estas diminutas herramientas proporcionar una eliminación eficiente de los contaminantes emergentes y asegurar la purificación del agua? Esta pregunta fundamental impulsa nuestra investigación hacia el desarrollo de nanomateriales que puedan ayudar a mitigar la crisis global de escasez de agua potable y salvaguardar nuestro precioso entorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Nuestro estudio se centró en la síntesis, caracterización y evaluación de la actividad fotocatalítica de compuestos nanométricos y sus combinaciones, incluyendo $\text{CeO}_2@ \text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7@ \text{BiOBr}$. Además, exploramos la incorporación de nanopartículas (NPs) de metales nobles, como oro y plata. La síntesis de estos materiales se llevó a cabo mediante un método solvotérmico, permitiéndonos obtener polvos homogéneos con morfología controlada, alta pureza y a un costo considerablemente bajo [2]. La microscopía electrónica de transmisión se realizó en un JEM-2100.

RESULTADOS

Para investigar la presencia e interacción de los compuestos, empleamos la técnica de microscopía electrónica de transmisión (MET). Estas imágenes ofrecen una visión detallada de la estructura morfológica de los materiales, confirmando la efectividad de la síntesis solvotermal y la formación de las combinaciones deseadas. La Figura 1 presenta micrografías de los materiales aislados, destacando

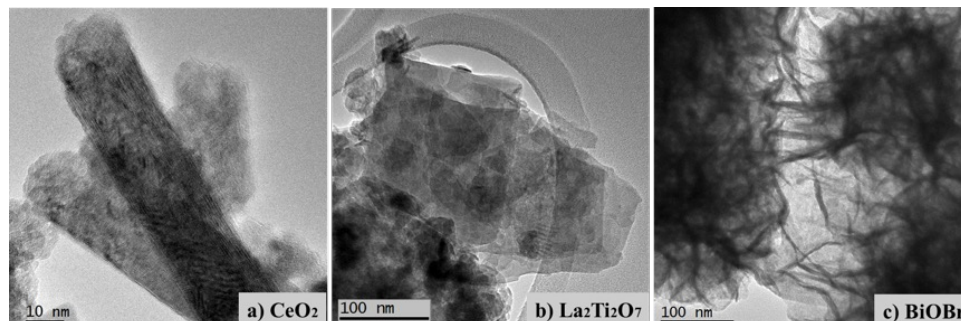


Figura 1. Micrografías de: a) Nanotubos de CeO_2 , b) Nanolaminas de $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y c) Nanolaminas de BiOBr .

la morfología distintiva de cada uno de ellos. El CeO_2 muestra una estructura tubular de aproximadamente 400 nm de largo y 30 nm de ancho, el $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ presenta láminas irregulares con dimensiones de alrededor de 500×200 nm y un espesor de aproximadamente 20 nm, mientras que el BiOBr exhibe nanoláminas en forma floral con dimensiones de 800 nm. Estas variaciones morfológicas se lograron mediante ajustes en el tiempo, temperatura, la concentración y el tipo de solvente utilizados en la síntesis individual de cada material.

Las micrografías presentadas en la Figura 2 evidencian claramente la presencia heterouniones (HU) en las combinaciones $\text{CeO}_2@ \text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7@ \text{BiOBr}$. Además, se observa la presencia de nanopartículas en la estructura de estos materiales combinados.

La eficiencia fotocatalítica se evaluó mediante la degradación del colorante Rodamina B (RhB) bajo luz visible, y se presenta en la Tabla 1 el porcentaje máximo de degradación y el tiempo requerido para cada material. Es notable que la combinación que incluye nanopartículas de titanato de lantano y oxibromuro exhibe la mejor respuesta fotocatalítica al degradar el 100% del contaminante en tan solo 15 minutos.

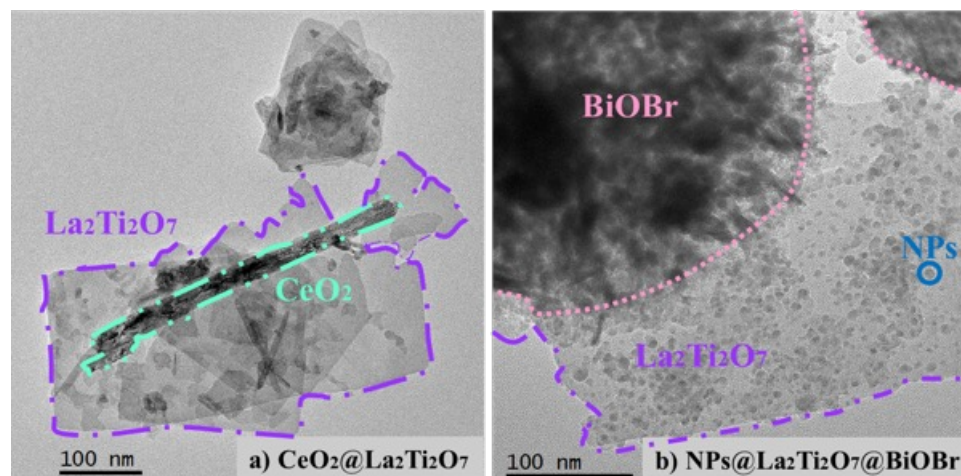


Figura 2. Micrografías de: a) HU de $\text{CeO}_2@ \text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y b) HU de $\text{NPs}@ \text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7@ \text{BiOBr}$.

CONCLUSIONES

La adopción de tecnologías innovadoras y el desarrollo de materiales con propiedades singulares representan una estrategia prometedora para enfrentar los desafíos ambientales a nivel global. Este enfoque se centra en la eliminación eficiente de contaminantes y en la provisión de soluciones asequibles. La combinación de nuevas tecnologías y materiales avanzados como las

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CONAHCYT por la beca de doctorado CVU 1011939 de LMPZ y las becas posdoctorales de los coautores HJOG y EGV.

REFERENCIAS

1. Kumar R., Qureshi M., Vishwakarma D., Al-Ansari N., Kuriqi A., Elbeltagi A., Saraswat A., "A review on emerging water contaminants and the

RhB - 30 mg/L		
Fotocatalizador	Degradación(%)	Tiempo (min)
CeO_2	5	150
$\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$	6	150
BiOBr	100	20

Tabla 1. Porcentaje máximo de degradación y el tiempo requerido para cada material.

heterouniones buscan resolver problemas críticos, como la escasez de agua potable y la necesidad de eliminar contaminantes emergentes. La investigación se orienta hacia la creación de soluciones efectivas, considerando aspectos de bajo costo y alta eficiencia, con el objetivo de contribuir al cuidado del medio ambiente a nivel mundial.

application of sustainable removal technologies," Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, (2022), 6,100219.

2. A. Kopp Alves, C. P. Bergmann, and F. A. Berutti, "Novel Synthesis and Characterization of Nanostructured Materials" Engineering Materials, (2013), 61-76.

AUTORES:

Laura M. PrietoZuleta¹, Edgar Giovanni Villabona-Leal¹, Hugo R. Navarro Contreras¹, Mildred Quintana Ruíz^{2,3}, Hiram J. Ojeda Galván^{1,2}.

¹Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT), Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

²Centro de Investigación en Ciencias de La Salud y Biomedicina (CICSAB), Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

³Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA IN SITU: LA NUEVA ERA DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN

La resolución alcanzada por medio de la microscopía electrónica de transmisión (TEM, por sus siglas en inglés) de aberración corregida llegó a su límite. En las dos décadas anteriores se han publicado centenares de artículos en los que se ha demostrado resolver distancias interatómicas del orden de los 50 picómetros (radio de Bohr). Las aberraciones de las lentes del

En esta nueva era de la microscopía nos enfrentamos a dos grandes retos; por un lado, la instrumentación que sea adaptada a los espacios reducidos (unos pocos milímetros) para poder manipular y estimular a los materiales a esa escala, y por otro lado la capacidad de registrar eventos en los detectores digitales, los cuales requieren la adquisición de imágenes en tiempo real y con alta sensibilidad.

bajo estímulos externos, con estos experimentos podemos aprovechar la colección de imágenes y a su vez medir propiedades físicas e incluso registrar reacciones químicas con portamuestras de celdas líquidas. Las medidas in situ TEM proporcionan retroalimentación en vivo de cómo reaccionan los materiales en diferentes condiciones; por ejemplo, pruebas eléctricas, manipulación mecánica, calentamiento, enfriamiento, estímulo magnético, estudios ambientales (celdas de gas y líquido) y una combinación de cualquiera de estos. Por ejemplo, mediante pruebas eléctricas se pueden obtener curvas de corriente-voltaje (I-V) para comprender la naturaleza eléctrica de conductores y semiconductores en materiales confinados a la nanoescala o en películas delgadas. A través de pruebas mecánicas se colecta no solo una curva esfuerzo-deformación sino la detección de la evolución de defectos estructurales cuando se rebasa el régimen elástico y los defectos se propagan en los materiales en su régimen plástico. La Figura 1 muestra las posibilidades de todos los métodos de prueba y resultados que TEM in situ puede proporcionar. La capacidad de registrar eventos en tiempo real se puede definir como resolución temporal, la cual depende de la rapidez con la que se registra la imagen. Pevio al desarrollo de cámaras digitales, las imágenes eran grabadas en películas de emulsiones fotográficas. Gracias a desarrollo de las cámaras digitales del tipo CCD, CMOS y detección directa de electrones es posible coleccionar imágenes con mayor rapidez y sensibilidad [2]. Estudios publicados en los recientes años muestran la deformación mecánica en hojas de sulfuro de

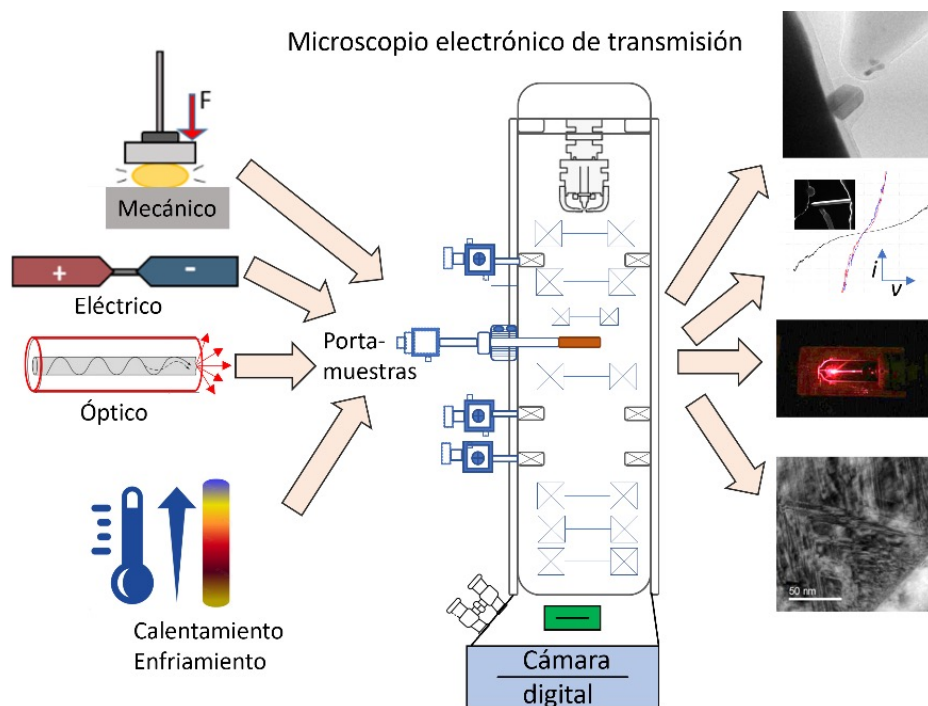


Figura 1. Esquema ilustrativo de los tres tipos de prueba de microscopía electrónica de transmisión in situ con sus correspondientes resultados.

microscopio que se han conseguido reducir al mínimo son la aberración esférica, la aberración cromática, las cuales son consideradas aberraciones de alto orden [1]. Sin embargo, la microscopía electrónica de transmisión explora no solo la posibilidad de observar la materia a nivel atómico sino de poder manipularla a esa escala.

Los dos retos mencionados añaden aditamentos independientemente de la configuración del microscopio electrónico de transmisión, portamuestras para realizar pruebas in situ y cámaras digitales de detección directa de electrones. A través de la microscopía electrónica de transmisión in situ es posible caracterizar materiales

molibdeno (MoS_2) un material bidimensional que tiene aplicaciones en campos de la ciencia de los materiales como son la catálisis y la optoelectrónica. A pesar de que el acoplamiento entre las propiedades mecánicas y otras propiedades físicas (por ejemplo, electrónicas) es de gran importancia en la exploración de nuevas aplicaciones en materiales bidimensionales y que requieren una investigación experimental rigurosa mediante microscopía electrónica de transmisión in situ. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la deformación mecánica de pocas capas atómicas de MoS_2 , en donde se puede observar el doblez de lado a lado sin romperse [3].

Recientemente se ha publicado la reducción del óxido de grafeno (GO) mediante tratamientos térmicos en un microscopio TEM, en el cual se eliminan la mayoría de los grupos funcionales que contienen oxígeno, reordenando parcialmente la estructura del material obteniendo un óxido de grafeno reducido (rGO). Los experimentos de calentamiento in-situ fueron realizados en un TEM equipado con platina de calentamiento y un sistema microelectromecánico (MEMS, por sus siglas en inglés), realizando mediciones a alta temperatura en tiempo real, logrando una estabilidad térmica en el sistema. Por lo tanto, esta técnica permite estudiar el comportamiento dinámico de las transformaciones de fase y los arreglos atómicos en los nanomateriales [4]. La Figura 3 exhibe de manera general el esquema de un TEM, la platina de calentamiento y el MEMS, además, se indica la membrana que actúa como soporte donde se coloca la muestra que se desea analizar. Esta configuración permite la conducción del calor en la membrana/muestra por efecto Joule cuando se hace pasar una corriente a través del elemento, conectado a una placa difusora de calor circular de $100\ \mu\text{m}$ de diámetro.

El material de GO fue sintetizado en el Laboratorio Nacional de Materiales Grafénicos (LNMG) mediante la oxidación del grafito natural

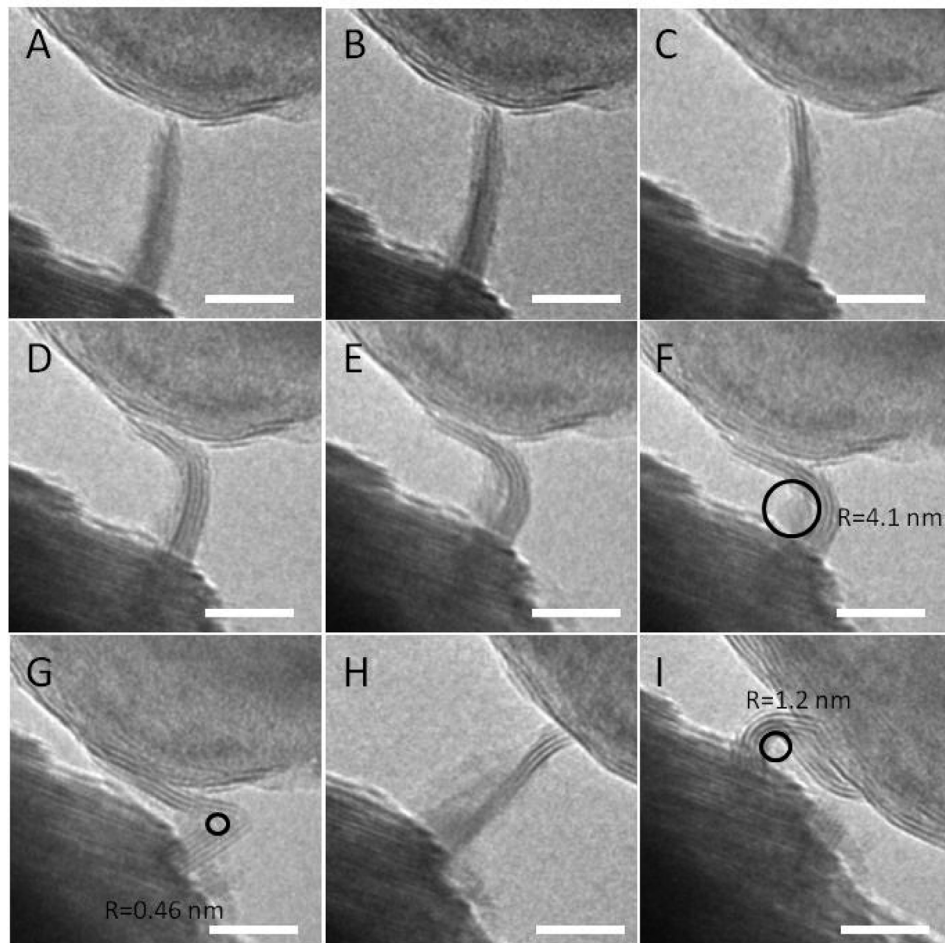


Figura 2. Secuencia de imágenes de pruebas mecánicas en MoS_2 dentro de un microscopio electrónico de transmisión.

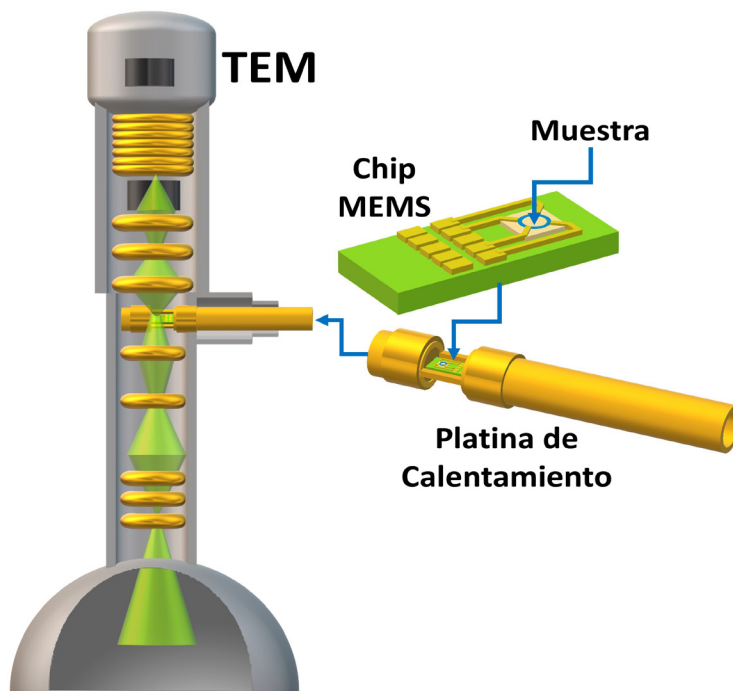


Figura 3. Esquema general del TEM, platina de calentamiento, Chip MEMS y posición (lugar de ubicación) de la muestra.

mediante un método Hummers. Una vez obtenido el polvo de GO, se adquirió una pequeña muestra la cual fue dispersada en agua desionizada, posteriormente se tomó una gota de la solución coloidal y se depositó en el chip MEMS, se dejó secar y finalmente se realizaron los experimentos de calentamiento. El rango de temperaturas que fueron analizados durante el tratamiento térmico fueron a partir de 25°C (temperatura inicial que se tiene en el microscopio) hasta alcanzar 1200°C, estableciendo una velocidad de calentamiento/enfriamiento de 1.0 °C/s. La Figura 4(a) presenta una imagen TEM de alta resolución (HRTEM por sus siglas en inglés) a 620,000 aumentos a 25 °C, donde se observa que la naturaleza de la hoja de GO es amorfa, característica fundamental de un GO, además se confirma mediante espectroscopia de rayos-X de dispersión de energía (EDS por sus siglas en inglés) la presencia de C y O en el GO, la cuantificación de ambos elementos arrojó una relación de C:O ~ 2:1 consistente con investigaciones anteriores. En la Figura 4(b) se observa una imagen de HRTEM a 380,000 aumentos a 1200 °C, la cual revela un arreglo completamente diferente a la imagen 4(a), donde se puede distinguir la presencia de vórtices en diferentes zonas, lo que sugiere que se formaron estructuras de tipo nanocebollas de carbono con tamaños entre 5 y 15 nm. Este tipo de estructuras pertenecen a la familia de los fullerenos y consta de capas de grafito, cercanas entre sí, arreglos de forma cuasi esféricas y poliédricas. Al observar los cambios de estructura de un material amorfo a semi-cristalino por efecto de la temperatura, induce la reducción del material y la generación de defectos estructurales y vacancias a través de la desorción de CO, CO₂, agua y otros hidrocarburos de pequeño peso molecular. Estas vacancias se pueden llenar con átomos de C para crear anillos pentagonales y heptagonales, produciendo así estructuras de tipo cebollas. Finalmente al hacer el análisis

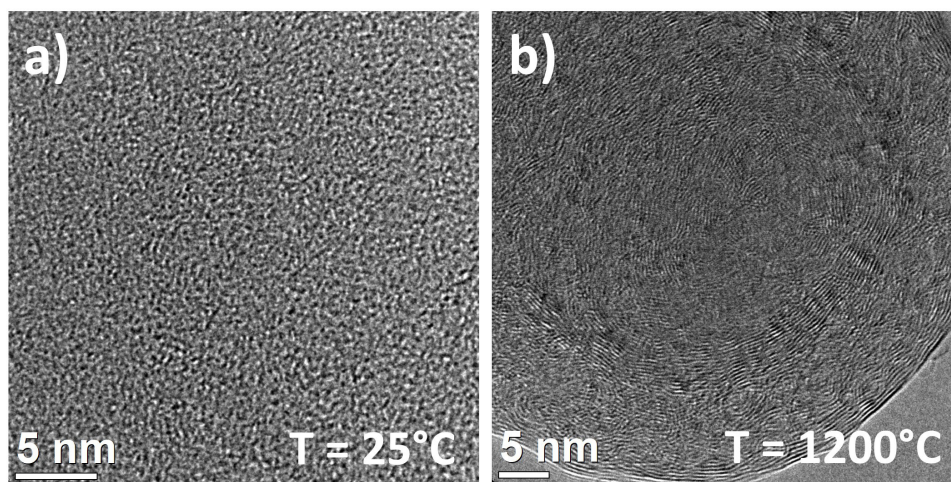


Figura 4. Imágenes de HRTEM de GO. La imagen (a) revela una microestructura amorfa a 25°C, mientras que la imagen (b) exhibe una estructura de tipo nano-onions (tipo cebolla) con regiones cristalinas a 1200°C.

EDS después de experimento de calentamiento, muestra claramente una disminución del contenido del oxígeno, obteniendo una relación de C:O ~ 8:1, lo cual indica claramente la reducción del GO obteniendo un rGO mediante la evaporación de moléculas de agua intercaladas y la eliminación parcial de la mayoría de los grupos funcionales presentes en la hoja de GO.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Nacional de Materiales Grafénicos por su apoyo en la obtención del material de GO, así como al Ing. Alfonso Mercado y Dr. Edgar Cuara por su asistencia técnica.

REFERENCIAS

1. Rolf Erni, Aberration-Corrected Imaging in Transmission Electron Microscopy, segunda edición, Imperial College Press (2015)
2. Levin, B.D.A. Direct detectors and their applications in electron microscopy for materials science, J. Phys. Mater., 4 (2021) 042005.
3. Casillas G., Santiago U, Barron H., Alducin, D., Ponce, A., José-Yacamán, M., Elasticity

of MoS₂ Sheets by Mechanical Deformation Observed by In-Situ Electron Microscopy, J. Phys. Chem. C 119 (2015) 710-715.

4. Ceniceros-Reyes, M., Marín-Hernández, K., Sierra, U., Saucedo-Salazar, E., Mendoza Resendez, R., Luna, C., Hernández Belmares, P.J. Rodríguez Fernández, O.S. Fernández-Tavizón, S. HernándezHernández, E., Díaz Barriga-Castro, E., Reduction of graphene oxide by in-situ heating experiments in the transmission electron microscope, Surface. Interfac. 35 (2022) 102448.

AUTOR:

Enrique Díaz Barriga Castro

Laboratorio de Instrumentación Analítica del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila.

DIVULGACIÓN

Guayule al Detalle: Un Viaje Microscópico Hacia la Nueva Agricultura del Desierto Mexicano

En el vasto reino de la naturaleza, el guayule (*Parthenium argentatum*) se destaca como un tesoro botánico que promete revolucionar la agricultura y la producción de plásticos naturales. La búsqueda constante de alternativas en la producción agrícola ha llevado a un redescubrimiento de especies resilientes y multifuncionales. Dentro de este contexto, el guayule es un arbusto nativo del noreste de México y sur de EEUU, el cual tiene un papel protagonista en la transición hacia una agricultura más sostenible. En este artículo se describe la importancia de la planta, su estructura microscópica, así como algunas de sus características botánicas y fisiológicas únicas. El guayule tiene alto potencial como cultivo para la producción agrícola, en su arquitectura celular se albergan características importantes para la producción de hule natural y amigable con el medio ambiente.

En el semidesierto mexicano al noreste del país se encuentra el centro de origen del guayule, en el cual se concentra aproximadamente el 98% de las plantas silvestres existentes en el planeta. El guayule ofrece una alternativa de producción de hule natural eficiente, convirtiéndolo en un sistema agrícola rentable (como ya alguna vez lo fue en la historia de México, siendo el mayor productor de hule natural en el mundo en

siglo XVIII), y que actualmente se mantiene como una alternativa de producción de plásticos que sin duda contribuye al desarrollo de los habitantes de las comunidades del semidesierto mexicano. En la producción natural al hule hay tres especies vegetales que predominan: el árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*), el dandelion (*Taraxacum kok-saghyz*), y el guayule (*Parthenium argentatum*). Por ejemplo, el árbol del caucho es una fuente comercial en el mundo de hule natural con distintos usos industriales.

Por otro lado, el guayule es una alternativa al hule de hevea, lo cual reduce la dependencia de las plantaciones de hevea y previene problemas asociados como la propagación de enfermedades derivadas del cultivo del hevea. Dentro de su estructura celular, las resinas del guayule actúan como mecanismo de defensa contra herbívoros y también revelan adaptaciones celulares ingeniosas. El microscopio permite la observación detallada de estas adaptaciones, proporcionando información clave para entender cómo el guayule prospera en ambientes áridos. La capacidad del guayule para prosperar en suelos pobres y condiciones áridas lo convierte en un recurso valioso en regiones donde otros cultivos pueden enfrentar dificultades. Su resistencia a la sequía y la capacidad

para crecer en suelos marginales contribuyen a la seguridad alimentaria y económica en áreas desafiantes. Así, el guayule actúa como un modelo para prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente al resistir naturalmente plagas y enfermedades, eliminando la necesidad de pesticidas intensivos. Su capacidad para mejorar la salud del suelo también lo convierte en un aliado en la promoción de prácticas agrícolas ecológicas. El guayule, un tesoro botánico de inmensa importancia, revela sus secretos más profundos cuando se examina detalladamente. La conexión intrínseca entre la significancia del guayule y el uso de la microscopía como tecnología se manifiesta en varios aspectos clave de los cuales mencionaremos los siguientes. La anatomía única del guayule, fundamental para comprender su resistencia, producción de hule y adaptación a condiciones adversas. Bajo la observación detallada, las hojas, tallos y raíces del guayule se transforman en un universo microscópico de belleza y complejidad. Células especializadas, algunas cargadas de polímeros de hule natural, otras impregnadas de resinas valiosas, revelan la asombrosa adaptación evolutiva del guayule a condiciones adversas. En las micrografías de la Figura 1 se muestra un corte de

sección transversal de las células del parénquima cortical de la punta de la planta, en la cual se muestra el interior de la cortical inmadura (Figura 1 A). El interior está lleno de citosol, donde hay partículas de caucho, los cuales son plastidios que contienen granos de almidón y mitocondrias. En la imagen de la Figura 1 B se observa una región donde se desarrolla el comienzo de la formación de la vacuola central, la cual presiona al citosol contra la pared celular. Finalmente, la imagen de la Figura 1 C muestra una ampliación del parénquima cortical con grandes partículas de caucho [1].
Bajo el estudio minucioso, las

La innovación en la mejora genética pretende encontrar variedades más productivas y resistentes, desde la producción de hule hasta su capacidad para resistir condiciones ambientales desafiantes (poca demanda hídrica, altas temperaturas, suelos degradados, alta radiación, poca fertilización entre otras). La investigación en mejora genética se beneficia enormemente al identificar marcadores genéticos y comprender las interacciones celulares a niveles microscópicos. El guayule destaca como un modelo de sostenibilidad agrícola al resistir naturalmente plagas y enfermedades, eliminando la necesidad de pesticidas y

no solo contribuye a nuestra comprensión de la estructura del guayule, sino que también desencadena nuevas posibilidades para aprovechar su potencial en beneficio de la sostenibilidad, la diversificación económica y la conservación ambiental. En su conjunto, el estudio de la planta ayuda al desarrollo socioeconómico de comunidades localizadas en el semidesierto mexicano. La exploración del guayule a través del microscopio se presenta como un viaje fascinante hacia el corazón de esta maravilla botánica. La combinación de la tradición agrícola con avances tecnológicos, incluida la microscopía de última generación,

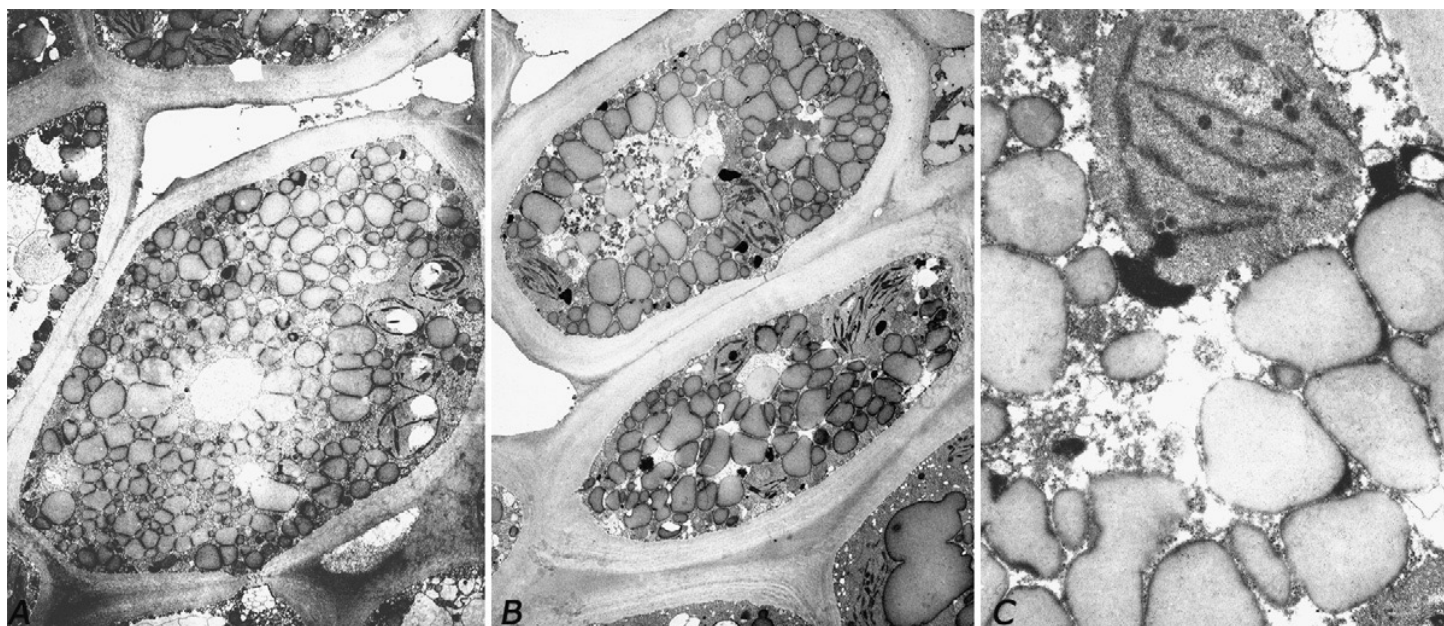


Figura 1. Micrografías de plantas de guayule del desierto Chihuahuense (A) Sección transversal de una planta cultivada en verano y adquirida (8010X). (B) micrografía de la planta cultivada en enero (8811X). (C) micrografía de la planta de guayule registrada a mayores aumentos (45,390X)[1].

hojas, tallos y raíces del guayule revelan una arquitectura celular distintiva. Las células especializadas albergan compuestos de interés, incluidos los polímeros naturales y resinas que confieren propiedades únicas al arbusto. La microscopía es una ventana fascinante para comprender la complejidad de su estructura anatómica, brindando información valiosa para maximizar su rendimiento y calidad.

agroquímicos, promoviendo prácticas agrícolas ecológicas. Dentro de la producción de hule natural sostenible se reduce la presión sobre los bosques tropicales donde actualmente se cultiva el árbol del caucho y ofrece una alternativa eco-amigable en la industria mundial del hule.

El uso de la microscopía como herramienta de análisis tecnológica

han permitido un análisis detallado de las células del guayule. Esto no solo ha proporcionado una visión sin precedentes de su morfología, sino que también ha impulsado la investigación en la mejora de su manejo agronómico y la producción de compuestos de interés comercial. El guayule, al destacar su estructura a nivel de máximo detalle, se presenta como un modelo en la búsqueda de cultivos en armonía



Figura 2. Producción de guayule en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).

con el medio ambiente. La capacidad de adaptación a condiciones desafiantes, combinada con el análisis detallado proporcionado por la microscopía, aprovechando su resistencia natural y su estructura celular única, prometen impulsar su producción agrícola sostenible.

En el CIQA se estudia la producción, mejora de la eficiencia y modificación genética del guayule en los laboratorios y campos del centro de investigación. La expansión y el cultivo del guayule tiene un potencial de cultivo agroindustrial y brinda la oportunidad de generar empleos en comunidades rurales para su plantación, cosecha y procesamiento de la planta. Además de la producción de hule, es posible la extracción de compuestos medicinales y resinas. El guayule sirve como base para el desarrollo de aplicaciones innovadoras en diversas industrias, desde la medicina hasta la producción de resinas valiosas para la industria de la química básica. Por ejemplo, el guayule también puede ser usado como material para fabricar materiales compuestos y mejorar propiedades mecánicas como las reportadas por los autores

del presente artículo [2]. Esta línea de investigación es un punto de convergencia entre la naturaleza y la tecnología. Los estudios basados en diferentes tipos de microscopía actúan como un puente entre el pasado agrícola y un futuro con mejora en el porcentaje de producción del polímero natural. En la imagen de la Figura 2 se muestran fotografías de la planta sembrada en los campos y laboratorios del centro de investigaciones.

Los autores son investigadores del Departamento de Biociencias y Agrotecnología del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), donde se investigan las áreas agricultura, procesamiento y fabricación de polímeros usados para desarrollo de técnicas de agroplasticultura, cultivos comerciales, uso eficiente del agua y energías sustentables, desarrollo de plásticos para invernaderos, entre otros

REFERENCIAS

1. Benedict, C.R., Goss, R., Greer, P. J., Foster, M. A., The formation of rubber-producing cortical parenchyma cells in guayule (*Parthenium argentatum* Gray) by low temperature, *Industrial Crops and Products*, 31 (2010) 516–520.
2. Cesar, E., Castillo Campohermoso, M.A., Ledezma-Perez, A.S. Villarreal-Cardenas, L.A., Montoya, L., Bandala, V.M., Rodriguez-Hernandez, A.M., Guayule bagasse to make mycelium composites: An alternative to enhance the profitability of a sustainable guayule crop, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 47 (2023) 102602.

AUTORES:

Marco Antonio Castillo Campohermoso, Ana Margarita Rodríguez Hernández

Departamento de Biociencias y Agrotecnología del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila.

Reseñas

NICOLAS AGUILERA HERRERA



Figura 1. M. en C. Nicolás Aguilera Herrera.
Foto tomada de: <https://www.fcencias.unam.mx/vida-en-ciencias/distinciones/nicolas-aguilera>

El uso de la Microscopía Electrónica en México inicia en el área biológica a mediados de la década 1940-1950, siendo uno de los pioneros el M. en C. Nicolás Aguilera Herrera. A finales de los años 40s el Profesor Aguilera publica el primer trabajo de tesis de licenciatura realizada en México utilizando la microscopía electrónica, con el trabajo titulado: “Estudio de arcillas y suelos de México usando microscopía electrónica”. Como docente impartió la asignatura de Microscopía, en la Escuela Nacional de Agricultura (antecesor de la Universidad Autónoma de Chapingo) donde impulsa la formación de Ingenieros Agrónomos con especialidad en Suelos.

Nicolás Aguilera nació en Yuriria, Guanajuato, el 21 de octubre de 1920 y falleció el 7 de septiembre de 1996. Obtuvo la licenciatura en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN en 1942 y su maestría en Ciencias (con la especialidad en Suelos) la obtuvo por la Universidad de Wisconsin, en Madison en 1953. El profesor Aguilera dirigió 176 tesis de licenciatura, 38 tesis de maestría y 9 tesis de doctorado, fue reconocido internacionalmente por su artículo sobre la eliminación de óxidos de hierro libres de suelos y arcillas, publicado en Soil Science Society of America Proceedings. Publicó más de 120 artículos en diversas revistas nacionales e internacionales y recibió importantes

premios y reconocimiento, entre ellos en el año 1995 fue galardonado con el nombramiento de Profesor Emérito de la UNAM y obtuvo en el año 1996 el reconocimiento Doctor Honoris Causa por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México, centro del cual fue fundador en el año 1959, desempeñándose como Jefe del Departamento de Suelos hasta el año 1965. Ingresó a la Facultad de Ciencias de la UNAM en el año 1956, donde además de producir trabajos de alto impacto imparte cursos y conferencias sobre microscopía electrónica. Adicionalmente el profesor Aguilera fue fundador del Departamento de Edafología del Instituto de Geología en el año 1974 y participó en el año 1976 en la creación de la Licenciatura de Ingeniería Agrícola de la FES-Cuautitlán.

El legado del Prof. Aguilera se encuentra en sus importantes aportes a la Edafología utilizando como una de sus herramientas de estudio la Microscopía Electrónica. Se le recuerda como un investigador muy entusiasta, de buen trato y siempre dispuesto al diálogo científico.

AUTOR:

Jesús Arenas Alatorre

Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.



Figura 2. Imagen obtenida por el Prof. Aguilera en el Microscopio RCA Victor de Escuela Nacional de Agricultura (Chapingo). (Microscopía electrónica, Horacio Merchant, Ciencia y Desarrollo Marzo/abril 1994 Volumen XX, No 15).



Noticias

La microscopía, desde sus orígenes, ha sido una herramienta clave en el avance de la ciencia y la tecnología, abriendo las puertas a la exploración y comprensión de fenómenos en escalas diminutas. En esta sección, nos enfocamos en presentar las noticias más recientes sobre los acontecimientos y desarrollos globales en el ámbito de la microscopía.

En 2023 notables eventos fueron llevados a cabo y dejaron huella en la sociedad científica, así mismo importantes sucesos, descubrimientos y avances tecnológicos fueron registrados en este año, los cuales podrían representar un gran avance tecnológico, algunos ejemplos notables te lo contamos a continuación.

EVENTOS

Un éxito el IMC 20 y otros eventos destacables del 2023 en el mundo de la microscopía

El año 2023 fue significativo para el mundo de la microscopía, marcado por congresos, reuniones y participaciones destacadas. Entre los eventos más relevantes estuvo el Congreso Internacional de Microscopía (IMC 20) celebrado en Busan, Corea, el cual fue un éxito.

El 20° Congreso Internacional de Microscopía (IMC) se celebró en Busan, Corea del Sur, del 9 al 15 de septiembre de 2023. Conocido como los "Juegos Olímpicos de la Microscopía", el IMC es un evento que se realiza cada cuatro años. Las ediciones anteriores se llevaron a cabo en Sydney (2018), Praga (2014), Río de Janeiro (2010) y Sapporo (2006). En esta edición en Busan fue notable su impresionante lista de oradores plenarios, incluyendo a

tres laureados con el Premio Nobel (Richard Henderson, Konstantin Novoselov y Joachim Frank), junto con Frances Ross y Yusin Yang. El congreso atrajo a grandes talentos del campo de la microscopía, con sesiones dirigidas y presentadas por destacados expertos.

El objetivo principal del congreso fue compartir conocimientos y descubrimientos, con cuatro días de sesiones que incluyeron hasta veinte sesiones paralelas. Los temas abarcaron ciencias de la vida, ciencias físicas, ciencias analíticas y simposios especiales. Además, hubo una exposición de pósters y el simposio IFSM con líderes en sus respectivos campos.

El evento también ofreció la oportunidad de ver nuevo equipo y tecnología, con demostraciones y presentaciones de los principales proveedores. La organización del congreso estuvo a cargo de IFSM y la Sociedad Coreana de Microscopía. El congreso fue un evento significativo para la comunidad global de microscopía, brindando una plataforma para el reencuentro, el intercambio de ideas y la colaboración [2].

En Europa, se llevó a cabo el Congreso de Microscopía y Microciencia de 2023, celebrado en el Centro de Conferencias Central de Manchester. Este evento se destacó por sus seis sesiones de conferencias paralelas, exposiciones de clase mundial, talleres, conferencias en línea y una competencia internacional de imágenes.[3]



Figura 1. Puente Gwangan en Busan, Corea del Sur.[1]

Otro hito importante en Europa fue la conferencia "Microscopy at the Frontiers of Science 2023", celebrada en Braga, Portugal, fue organizada por la SME (Sociedad de Microscopía de España) e incluyó el Concurso Micrográfico SME/SPMicros 2023 [4].

En Japón, la 79ª Reunión Anual de la Sociedad Japonesa de Microscopía, llevada a cabo del 26 al 28 de junio de 2023 en Kunibiki Messe, Ciudad de Matsue, Prefectura de Shimane, Japón. Esta reunión demostró la creciente influencia de la microscopía japonesa en la comunidad científica internacional, resaltando las contribuciones y avances realizados por los profesionales y académicos japoneses en este campo [5].

1. Bruker. IMC International Microscopy Congress. Bruker. Disponible en: <https://www.bruker.com/en/news-and-events/events/imc-international-microscopy-congress.html>. Fecha de último acceso: 10 de diciembre de 2023.
2. 20th International Microscopy Congress. Home Page. Disponible en: <https://imc20.kr/>. Fecha de último acceso: 10 de diciembre de 2023.
3. Microscience Microscopy Congress. Home Page. Disponible en: <https://www.mmc-series.org.uk/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
4. Microscopy at the Frontiers of Science 2023. Disponible en: <https://www.mfs2023.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
5. Microscopy Conference 2023. Disponible en: <https://conference.wdc-jp.com/microscopy/conf2023/index-e.html>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Premio Nobel en Química 2023

La Real Academia Sueca de las Ciencias otorgó el Premio Nobel de Química de 2023 a los siguientes investigadores: Mounji Bawendi, Louis Brus y Alexei Ekimov [1], debido al descubrimiento y síntesis de los llamados puntos cuánticos. La síntesis de estos nanomateriales requiere técnicas de análisis a nivel subnanométrico y atómico. Los puntos cuánticos son materiales confinados a la nanoescala y los cuales presentan propiedades ópticas y electrónicas que dependen del su tamaño y que están asociadas a los valores del orbital molecular más ocupado (HOMO) y del orbital molecular más bajo desocupado (LUMO) asociados con la protección ligandos superficiales [2]. Los autores validaron sus hallazgos haciendo uso

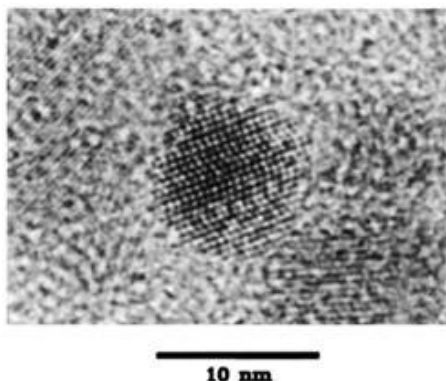


Figura 2: Imagen de microscopía electrónica de transmisión de alta resolución de un cristal de CdSe de 80 Ångströms de diámetro que muestra la presencia de fallas de apilamiento en la dirección (002) [3].

de técnicas espectroscópicas y con el uso de la microscopía electrónica de transmisión de alta resolución, tal y como se muestra en la imagen de la Figura 1.

1. Nobel Prize Committee. Summary of the 2023 Nobel Prize in Chemistry. Nobel Prize. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2023/summary/>. Último acceso: 30 de noviembre de 2023.

2. P. R. Brown, D. Kim, R. R. Lunt, N. Zhao, M. G. Bawendi, J. C. Grossman, V. Bulovi, "Energy Level Modification in Lead Sulfide Quantum Dot Thin Films through Ligand Exchange". ACS Nano, 2014, 8(6), p. 5863–5872. <https://doi.org/10.1021/nn500897c>
3. C.B. Murray, D. J. Norris, M.G. Bawendi, "Synthesis and characterization of nearly monodisperse CdE (E = S, Se, Te) semiconductor nanocrystallites". J. Am. Chem. Soc. 1993, 115, 8706-87015.

En Japón se desarrolla una nueva forma de microscopía.

El equipo de Yusuke Kajihara de la Universidad de Tokio ha desarrollado una técnica de microscopía innovadora que permite analizar con detalle la superficie de un material. Esta técnica se diferencia de los microscopios convencionales, que usan luz o electrones, ya que se basa en la detección de ondas evanescentes, que son ondas electromagnéticas con un decaimiento exponencial y que se generan cuando la luz interactúa con un material o por medios térmicos. La metodología emplea radiación

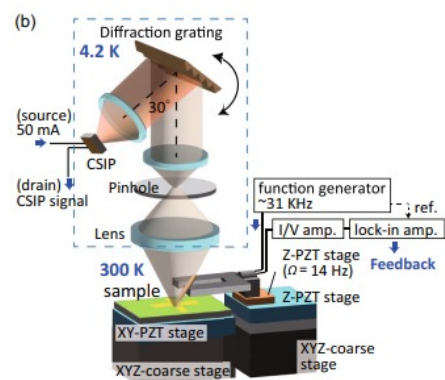


Figura 3. Sistema s-SNOM (Scattering-type scanning near-field optical microscopy) de espectroscopía pasiva de LWIR (long-wavelength infrared)

infrarroja térmica para observar detalles nanométricos, eliminando la necesidad de iluminación adicional

Esta nueva técnica permite estudiar la distribución de la red cristalina en el material y la temperatura que generan los electrones resonantes en una superficie con precisión nanométrica. Se ha utilizado para examinar ondas evanescentes en aluminio y nitruro de galio, observándose en la banda de Reststrahlen, un fenómeno nunca visto sin una fuente de luz externa. El análisis espectroscópico demostró que solo las ondas de superficie causadas por la resonancia de fonones existen en esta banda.

Este avance es significativo para la investigación de materiales dieléctricos, especialmente en la observación de variaciones de temperatura en superficies en el rango de longitud de onda de terahercio. El equipo de Kajihara se concentra en mejorar el prototipo para convertirlo en una herramienta versátil y no destructiva para el análisis de la dinámica de superficies en materiales, lo que podría revolucionar la caracterización de propiedades de materiales a escala nanométrica [1].

1. Sakuma, R.; Lin, K. T.; Kajihara, Y. Thermal Near-Field Scattering Characteristics for Dielectric Materials. *Sci. Rep.* 2023, 13, 17595. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44920-y>

INDUSTRIA

Herramienta de Cálculo de Vacío de Pfeiffer Vacuum

Pfeiffer Vacuum ofrece a sus clientes una herramienta de cálculo de vacío para identificar productos específicos de vacío para su aplicación. Esta herramienta permite examinar curvas de evacuación y de bombeo, así como realizar cálculos para soluciones de bombeo configuradas por el usuario. La calculadora de vacío está disponible en su sitio web. [1, 17]

Evident Scientific Nombra Nuevo CEO y COO

Evident Corporation ha anunciado el nombramiento de William Wesley “Wes” Pringle como CEO y Hiroyuki Yoshimoto como Presidente y COO. Wes Pringle reemplaza al CEO interino Eric Anderson con efecto inmediato. [2, 17]

Técnica de Imagen BEX de Oxford Instruments

Oxford Instruments ha cambiado el análisis en microscopios electrónicos de barrido (SEM) con su técnica de imagen BEX. Esta técnica combina información topográfica, cristalográfica, de número atómico y elemental en una salida visual inmediata, permitiendo una revisión rápida de los resultados. [3, 17]

Catodoluminiscencia para TEM con Monarc® Pro T

Monarc® Pro T, un sistema de nueva generación para microscopía electrónica de transmisión (TEM), revela propiedades estructurales, ópticas y electrónicas de materiales más allá del límite de difracción óptica. Monarc proporciona imágenes y espectros de cathodoluminiscencia nítidos y transforma cualquier microscopio en uno acoplado ópticamente para descubrir reacciones de catalizadores fotoactivos. [4, 17]

Fusión de Grupos TESCAN

TESCAN GROUP anuncia la fusión de TESCAN ORSAY HOLDING con TESCAN BRNO y otras dos compañías, efectiva desde el 1 de agosto de 2023. Esta fusión es un paso hacia la simplificación de estructuras de propiedad, organizacionales y fiscales, tras el cambio en la estructura de accionistas de TESCAN con la adquisición por parte de Carlyle. [5, 17]

Ganadores del Premio Olympus 2022 a la Imagen del Año

Olympus anunció los ganadores del Premio Evident a la Imagen del Año 2022. La imagen ganadora global fue

producida por Laurent Formery (EE. UU.) y muestra el sistema nervioso de una estrella de mar juvenil. Todas las imágenes ganadoras y menciones honoríficas están disponibles en su sitio web. [6, 17]

Nuevo Director en Vision Engineering

Sam Crossley se une a Vision Engineering, aportando su experiencia en mercados globales. Anteriormente miembro del equipo de liderazgo en Rotork, Sam Crossley tiene experiencia en mercados como petróleo y gas, petroquímicos, minería y automatización, y ha liderado el crecimiento de compañías en diversas regiones del mundo. [7, 17]

Potente Láser de Mesa de TAU Systems

TAU Systems ha actualizado el láser de teravatio de mesa de la Universidad de Texas a una potencia máxima de 40 teravatios y ha presentado su acelerador de partículas. Esta actualización forma parte de una colaboración con la Universidad de Texas en Austin para desarrollar elementos fundamentales de interacciones láser-plasma y avanzar en la ciencia y tecnología de sistemas de aceleradores compactos y fuentes de luz avanzadas, con el objetivo de hacer estas herramientas ampliamente disponibles. [8, 17]

Asociación Exclusiva de RPMC Lasers con SemiNex Corporation

RPMC Lasers, Inc., líder en distribución de láseres en América del Norte, anuncia un acuerdo exclusivo con SemiNex Corporation para ofrecer módulos de diodo láser de indio-fosforo (InP) de 1250 nm a 1940 nm. SemiNex diseña y fabrica diodos láser infrarrojos de alta potencia y amplificadores ópticos. [9, 17]

Instalación de Nuevos Microscopios Criogénicos por JEOL

JEOL ha instalado dos microscopios electrónicos criogénicos en Generate:Biomedicines en

Massachusetts, para impulsar la investigación en descubrimiento de fármacos y desarrollo de terapias en oncología, inmunología y enfermedades infecciosas. [10, 17]
 Nuevo Gerente General en Park Systems

Stefan Schneider ha sido nombrado como el nuevo gerente general de Park Systems Accurion Division, especializada en elipsometría espectroscópica de imágenes (ISE) y sistemas de aislamiento de vibraciones activas (AVI). [11, 17]

Bart Hoogenboom, Nuevo Jefe de I+D en NanoSurf

Bart Hoogenboom, reconocido experto en microscopía de fuerza atómica (AFM), se convierte en el nuevo jefe de investigación y desarrollo en NanoSurf. Conservará su puesto en University College London para completar varios proyectos de investigación. [12, 17]

Adquisición de Tethys Instruments por el Grupo HORIBA

La adquisición de Tethys Instruments por el Grupo HORIBA fortalece la investigación y desarrollo en sistemas analíticos para medir la calidad del agua, generando sinergia con las tecnologías electroquímicas y espectroelectroquímicas de HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd. [13, 17]

Hitachi High-Tech Recibe el Premio EPIC de Proveedor Valioso de Intel
 Hitachi High-Tech Corporation ha recibido el Premio EPIC Valued Supplier Award for Technology de Intel en 2023, siendo una de las ocho empresas en toda la cadena de suministro global de Intel en recibir este reconocimiento. [14, 17]

Lanzamiento del Microscopio Electrónico de Mesa PV-100 por ModuleSci

ModuleSci introduce el PV-100, un microscopio electrónico de mesa (SEM) que ofrece imágenes de alta resolución a un precio asequible, ideal para laboratorios con espacio

limitado. Viene equipado con fuente de electrones de filamento de tungsteno y cuenta con un escenario de 5 ejes y voltajes aceleradores de 1 a 30 kV. [15, 17]

Soluciones Oncológicas de NanoString

NanoString, con 20 años de colaboración con investigadores del cáncer, ofrece herramientas de investigación multi-ómicas integradas que proporcionan detección accionable rápidamente, desde células individuales hasta compartimentos moleculares multicelulares en el microambiente tumoral. [16, 17]

1. Pfeiffer Vacuum. Disponible en: <https://www.pfeiffer-vacuum.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
2. Evident Scientific. Disponible en: <https://www.evidentscientific.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
3. Oxford Instruments. Disponible en: <https://nano.oxinst.com/bex>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
4. Gatan/Ametek. Disponible en: <https://www.gatan.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
5. TESCAN. Disponible en: <https://www.tescan.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
6. Olympus LifeScience. Disponible en: <https://www.olympus-lifescience.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
7. Vision Engineering. Disponible en: <https://www.visioneng.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
8. TAU Systems. Disponible en: <https://www.tausystems.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
9. RPMC Lasers. Disponible en: <https://www.rpmclasers.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
10. JEOL. Disponible en: <https://www.jeolusa.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.

11. Park Systems. Disponible en: <https://www.parksystems.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
12. NanoSurf. Disponible en: <https://www.nanosurf.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
13. HORIBA Group. Disponible en: <https://www.horiba.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
14. Hitachi High-Tech. Disponible en: <https://www.hitachi-hightech.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
15. ModuleSci. Disponible en: <https://www.modulesci.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
16. NanoString Technologies. Disponible en: <https://www.nanostring.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
17. Product & Industry News (November 2023)." Microscopy Today, vol. 31, no. 6, Nov. 2023, pp. 40-43. <https://doi.org/10.1093/mictod/qaado81>. Publicado el 13 de noviembre de 2023.

NUEVOS PRODUCTOS

Rack Flotante de Burbujas para Criotubos de EMS Proculture

El soporte flotante de tubos criogénicos de EMS Proculture permite la incubación de criotubos en baños de agua o vasos a 37°C. Este soporte redondo con capacidad para 20 tubos está hecho de polipropileno, alojando la mayoría de los criotubos en un patrón circular con 8 aberturas internas y 12 externas. [1, 9]

Tabla móvil de HEMCO

La Mesa Móvil HEMCO está diseñada para soportar equipos de laboratorio ligeros. Disponible en tamaños de 38 y 48 pulgadas de ancho, 24 y 30 pulgadas de profundidad y 30 pulgadas de altura estándar, estas mesas tienen una superficie de trabajo de laminado

plástico resistente a químicos y cuatro ruedas con capacidad de 250 libras cada una. [2, 9]

Nueva estación de Corte

Optimizada para el proceso de recorte, esta estación de recorte facilita y eficientiza el recorte de rejillas para criomicroscopía electrónica para microscopios con cargador automático de Thermo Fisher. Incluye un Dewar de espuma de alta calidad para almacenar cajas de rejillas y acceder a los discos de muestra. [3, 9]

Keyence BZ-X700 Ofrece Capacidades de Unión de Imágenes no paralelas

El BZ-X700 de Keyence ofrece imágenes rápidas de muestras grandes, como secciones cerebrales, sin comprometer la calidad. Su algoritmo de unión evita líneas y sombras no deseadas, y es capaz de escanear automáticamente especímenes montados en láminas [4,9]

Imágenes de Tejidos Multiplex de Leica Biosystems

El flujo de trabajo de BOND RX y GeoMx Digital Spatial Profiler (DSP) de NanoString proporciona contexto morfológico de tejidos y perfiles de expresión de proteínas o genes HighPlex desde una sola lámina. El sistema BOND RX ofrece flexibilidad en la optimización de condiciones para diferentes tipos de pruebas. [5, 9]

Películas de protección antimicrobiana en Microscopios

La mayoría de los microscopios de Globe | Euromex incluyen una capa de protección antimicrobiana que previene el crecimiento de microbios no deseados, utilizando tecnología ya empleada en el entorno sanitario. Pruebas de laboratorio independientes han demostrado una reducción de hasta el 99.99% en microbios tras 24 horas [6, 9].

Nuevo Medidor de Vacío Pirani/Bayard-Alpert

El medidor de vacío PBR 360 tiene un rango de detección de 5×10^{-10} a 1,000 hPa con alta precisión de medición. Su diseño compacto es ideal para sistemas de procesos de vacío, instrumentos

analíticos, sistemas de detección de fugas y otras aplicaciones. Cuenta con dos filamentos para mayor fiabilidad y control del proceso. [7, 9]

Vision Engineering Lanza la Tercera Generación de Mantis

La nueva generación de microscopios estereo Mantis (PIXO, ERGO, e IOTA) de Vision Engineering incorpora tecnología ergonómica patentada con desarrollos recientes en óptica, cámaras digitales y iluminación LED ajustable. Incluye óptica mejorada, un turrete de 3 posiciones, un objetivo de distancia de trabajo súper larga de 8× y cinco opciones de iluminación. [8,9]

1. Electron Microscopy Sciences (EMS). Disponible en: <https://www.emsdiasum.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
2. HEMCO. Disponible en: <https://www.hemcocorp.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023
3. Agar Scientific. Disponible en: <https://www.agarscientific.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
4. Keyence. Disponible en: <https://www.keyence.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
5. Leica Biosystems. Disponible en: <https://www.leicabiosystems.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
6. Globe Scientific. Disponible en: <https://www.globescientific.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
7. Pfeiffer Vacuum. Disponible en: <https://www.pfeiffer-vacuum.com/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
8. Vision Engineering. Disponible en: <https://www.visioneng.us/>. Último acceso: 10 de diciembre de 2023.
9. Product & Industry News (November 2023)." Microscopy Today, vol. 31, no. 6, Nov. 2023, pp. 40-43. <https://doi.org/10.1093/mictod/qaado81>. Publicado el 13 de noviembre de 2023.

RECOPILACIÓN:

Roberto Israel Hernández Lima

Centro de Investigación en Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

CALENDARIO DE EVENTOS

La siguiente es una lista de eventos relacionadas con la microscopía y cursos. Los editores agradecerán la retroalimentación a esta lista a través de la notificación por correo electrónico a eventos@ammicro.mx, pedimos que proporcione la siguiente información:

- Nombre del evento/ curso
- Fechas
- Breve descripción
- Sociedad/organización/universidad patrocinadora
- Persona de contacto
- Número de teléfono
- Dirección de correo electrónico
- URL del sitioweb

CONGRESOS 2024

XIII Congreso Nacional de Microscopía 2024 de la AMMM
23-27 septiembre, 2024
Centro de Internacionalización y de Relaciones Internacionales UANL
Monterrey, Nuevo León, México
<https://www.ammmicro.mx/>

PCSI-49: 49th Conference on the Physics and Chemistry of Surfaces and Interfaces
January 14-18, 2024
Santa Fe, NM
pcsi2024.avs.org

MEMS 2024: The 37th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems
January 21-25, 2024
Austin, TX
mems24.org

ICACC2024: 48th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites
January 28-February 4, 2024
Daytona Beach, FL
ceramics.org/event/48th-international-conference-and-expo-on-advanced-ceramics-and-composites-icacc2024/

Pittcon 2024
February 24-28, 2024
San Diego, CA
pittcon.org/pittcon-2024

TMS 2024: 153rd Annual Meeting and Exhibition
March 3-7, 2024
Orlando, FL
tms.org/AnnualMeeting/TMS2024

USCAP 113th Annual Meeting: Bringing Education to Life
March 23-28, 2024
Baltimore, MD
uscap.org/uscap-annual-meeting/

Optica Biophotonics Congress: Biomedical Optics & Co-located Meetings
April 7-10, 2024
Fort Lauderdale, FL
optica.org/events/congress/biophotonics_congress_biomedical_optics

2024 MRS Spring Meeting and Exhibit
April 22-26, 2024 (in person) and May 7-9, 2024 (virtual)
Seattle, WA
mrs.org/meetings-events/spring-meetingsexhibits/2024-mrs-spring-meeting

Inter/Micro 2024: 74th Annual International Microscopy Conferenc
June 11-14, 2024
Chicago, IL
mccroneinstitute.org/v/1427/InterMicro

TMS Specialty Congress 2024
June 16-20, 2024
Cleveland, OH
tms.org/SpecialtyCongress2024

74th ACA: American Crystallographic Association Annual Meeting
July 7-12, 2024
Denver, CO
americystalassn.org/future-meetings

Microscopy & Microanalysis 2024
July 28-August 1, 2024
Cleveland, OH
microscopy.org/m-and-m-meeting

Superalloys 2024: 15th International Symposium on Superalloys
September 8-12, 2024
Champion, PA
tms.org/SuperAlloys2024

MS&T24: TMS Fall Meeting 2024 at Materials Science & Technology 2024
October 6-9, 2024
Pittsburgh, PA
tms.org/TMSFall2024

7th International Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids - ANGEL 2024
May 26-31, 2024
Charlottesville, Virginia, USA
angel-conference.org/index.htm

2024 TSM Meeting
February 22, 2024
San Marcos, TX
texas.microscopy.org/events/annual-tsm-meeting/

32 International Materials Research Congress 2024
August 18-23
Cancún, México
mrs-mexico.org.mx/imrc2024/

CURSOS 2024

Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis (AMMM) A.C.
ammmicro.mx

Escuela Virtual de Caracterización de Materiales de la SMMater 2024, 4a edición
mrs-mexico.org.mx/smm-escuela-virtual.html

Applied Polarized Light Microscopy (PLM) (1201) / Forensic Microscopy (1204)
July 15-19, 2024 In-Person
Chicago, IL
mccroneinstitute.org/

CONGRESOS 2025

TMS 2025: 154th Annual Meeting & Exhibition
March 23-27, 2025
Las Vegas, NV
tms.org/AnnualMeeting/TMS2025

TMS Specialty Congress 2025
June 15-19, 2025
Anaheim, CA
tms.org/SpecialtyCongress2025

RECOPIACIÓN:

Amelia López Herrera
Colegio de Postgraduados.

AFILIACIÓN A LA AMMM

Beneficios de afiliar tu compañía a la AMMM

- El logo de la compañía aparecerá en la página WEB, en el boletín, en las redes sociales, en los carteles de los cursos que organice la AMMM y en toda la publicidad de la Asociación.
- Participación con notas novedosas de la compañía en el boletín de la AMMM.
- Una liga de la página WEB de la Asociación al sitio Web de la compañía.
- Derecho a un curso al año en el tema que propongan, previa autorización de la mesa directiva de la AMMM.
- Descuento del 20% en el precio del stand y lugar preferencial en el congreso que organice la AMMM en pronto pago y 10% en fechas cercanas al evento.
- Acceso a la base de datos de estudiantes de la Asociación, para encontrar futuros clientes y colaboradores de las compañías.
- Elegir una vez al año la fecha y lugar de algún evento de difusión de equipos y nuevas tecnologías, patrocinado por ellos y auspiciado por la asociación (previa planeación).
- Voz en las asambleas de la Asociación para temas como la elección de la sede del Congreso Nacional o CIASEM internacional y otros temas generales.

Email: contacto@ammmicro.mx
<https://www.ammmicro.mx/afiliaciones/>



EMPRESAS AFILIADAS



OXFORD INSTRUMENTS

hector.olivares@oxinst.com

<https://www.oxinst.com/>



ANALYTICAL INSTRUMENTS GROUP.
MÉXICO & LATAM.
THERMO FISHER SCIENTIFIC

daniela.barbosa@thermofisher.com

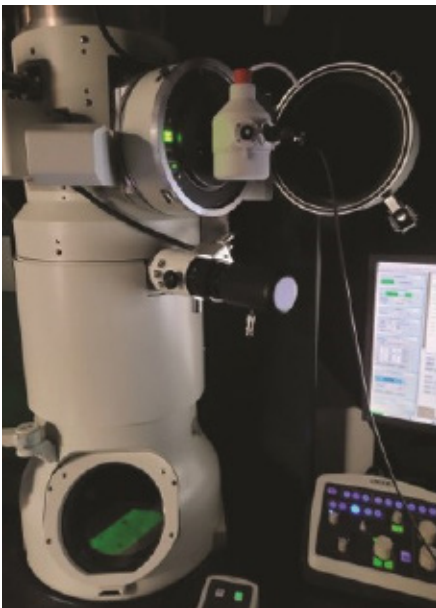
<https://www.thermofisher.com>



JEOL DE MEXICO

eleyva@jeol.com.mx

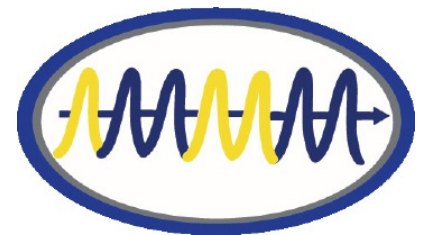
<https://www.jeolusa.com/>

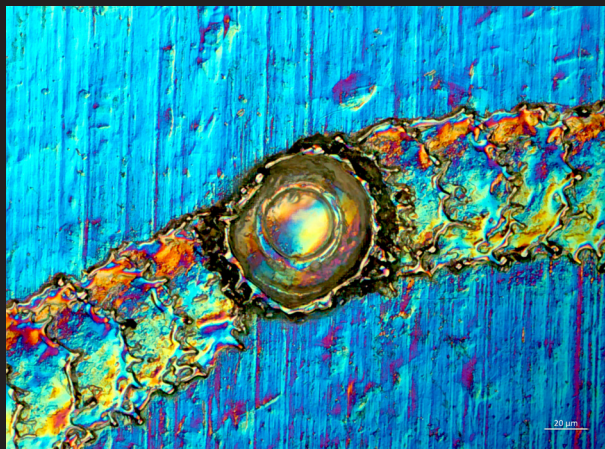


Afiliación:

Email: contacto@ammmicro.mx

<https://www.ammmicro.mx/afiliaciones/>





Mesa Directiva de la AMMM

Fotografía de Contraportada: Z-Stack de 41 rebanadas de un marcaje láser sobre metal. Técnica de contraste DIC en luz reflejada campo amplio.

AUTOR: José Manuel Martínez López, (Química Tech, Chihuahua).

Miguel Ávalos Borja
Presidente

Araceli Zavaleta Mancera
Vicepresidenta

Vicente Garibay Febles
Secretario

Rodrigo Esparza
Tesorero

Vocales del área de Materiales

Arturo Ponce Pedraza
David Ríos Jara
Daniel Bahena Uribe

Vocales del área de Biología

Luis Felipe Jiménez García
Carlos Villegas Mercado
Mónica Ramírez Vázquez
Alfredo Rafael Vilchis Nestor



Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis

contacto@ammmicro.mx

<https://www.ammmicro.mx/>

