

# MICRO-X

ISSN: En trámite

Volumen 1, numero 1, septiembre-diciembre 2023

Boletín Interdisciplinario en Microscopía y Microanálisis

## Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis

La AMMEX les da la más cordial bienvenida a toda la comunidad académica relacionada con la microscopía usada como una herramienta de análisis para la observación y el entendimiento de las ciencias y la Ingeniería.

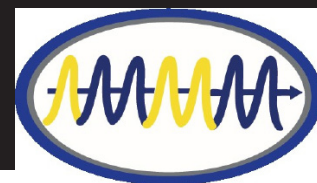
<https://www.ammmicro.mx/>

## BOLETIN CUATRIMESTRAL DE LA AMMM

### SEPTIEMBRE



Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis, A.C. (AMMM)  
© Copyright 2023



# 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

Septiembre-Diciembre 2023, volumen 1, número 1

---

---

**M**ICRO-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](mailto: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

### Editor en Jefe

- Daniel Bahena Uribe

### Editores Adjuntos

- Arturo Ponce Pedraza
- Mauricio Comas García

### Equipo editorial

- Amelia López Herrera
- Roberto Israel Hernández Lima
- Claudia Lorena Rodríguez Salazar
- Brianda Alexia Agundis Tinajero

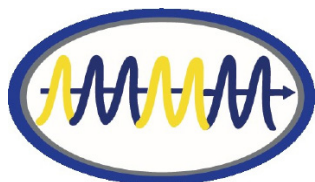
## EDITORIAL

Estimados lectores, nos complace el lanzamiento de nuestro primer volumen del Boletín de la AMMM. El comité editorial saluda a toda la comunidad académica y empresarial, a los lectores en general y a todos los miembros de la AMMM.

Actualmente, la AMMM se encuentra organizando varias actividades, que incluyen cursos con especialistas, que estamos seguros resultarán de gran interés y que puedes consultar en la sección de noticias. 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/](http://www.ammmicro.mx/producto/membresias/)).

Puedes participar activamente con contribuciones a este boletín, solicitando tu participación al correo electrónico [contacto@ammmicro.mx](mailto: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. Puedes enviar sus solicitudes y comentarios a ese mismo correo.

Adicionalmente tendremos un Concurso de Fotografía cuatrimestral para la portada del boletín. La imagen seleccionada será publicada en el número bimestral correspondiente. Así que debes estar atento a la convocatoria.

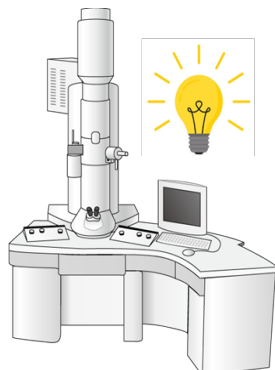


# CONTENIDO

## SEPTIEMBRE 2023

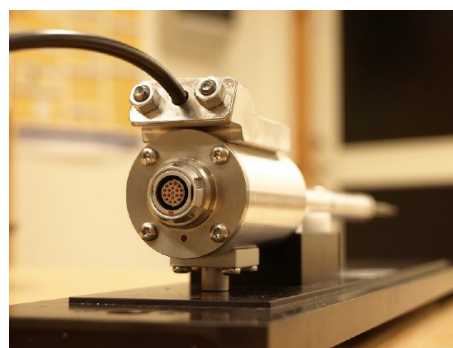
### 02 MENSAJE DEL COMITÉ EDITORIAL

Bienvenida



### 04 TIPS DE MICROSCOPIA

Estimación de la constante de aberración esférica ( $C_s$ ), con una sola imagen en un microscopio electrónico de transmisión.



### 07 HISTORIA DE LA MICROSCOPIA

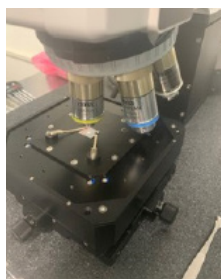
Viajando por el mundo microscópico

### 10 TODO DEPENDE DE LA LENTE CON LA QUE SE MIRA

¿De qué están hechas las cosas?

### 12 RESEÑAS

Miguel José Yacamán y Raúl Padrón



### 14 NOTICIAS

- Revolucionando la microscopía de fluorescencia de superresolución.
- Zeiss presenta un nuevo sistema integrado para imágenes block-face en serie.
- La iluminación LED como alternativa a las lámparas tradicionales en microscopía.
- Nuevos avances en la preparación de muestras e imágenes criogénicas

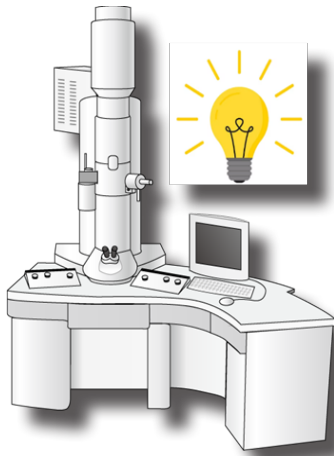
### 16 CALENDARIO DE EVENTOS

congresos y cursos 2023

### 17 EMPRESAS AFILIADAS

Empresas afiliadas a la AMMM  
congresos y cursos 2023





## 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.

**Autores: Miguel Avalos Borja y  
Adriana Vázquez Pelayo**

**INTRODUCCIÓN:** En microscopía electrónica de transmisión (MET) la simulación de imágenes es fundamental para complementar, interpretar y corroborar diferentes estudios. Para esto es necesario conocer distintos parámetros como: el espesor de la muestra, el desenfoque de la lente objetiva, la constante de aberración esférica (Cs), entre otros [1]. Por ejemplo, el espesor de la muestra puede calcularse en función del camino libre en un medio inelástico, empleando el método publicado por Egerton en 1987 [2], disponible en el software Digital Micrograph, mientras que el desenfoque de la lente objetiva puede obtenerse directamente del equipo. Por otro lado, la Cs es difícil de estimar o medir ya que se requieren diversos parámetros y cálculos.

Sin embargo, en 1976, O. Krivanek [3] publicó un método muy simple para estimar o cuantificar Cs, usando solo un patrón de difracción o en su defecto, la transformada de Fourier de una imagen de un material amorfo. El utilizar un material amorfo es fundamental ya que, en principio, ese material tiene todas las frecuencias espaciales, y el análisis de estas es lo que nos da el valor de Cs. Por lo que, en el presente trabajo se utilizó el método de Krivanek para calcular la constante de aberración esférica de un MET a partir de la transformada de Fourier de una imagen.

## ESTIMACION DE LA CONSTANTE DE ABERRACION ESFERICA (CS), CON UNA SOLA IMAGEN EN UN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRASMISIÓN

**BASES TEÓRICAS:** La función de transferencia de contraste (FTC) de cualquier sistema formador de imágenes (incluyendo el microscopio electrónico de transmisión), nos indica como se transmite la información por una lente (por simpleza vamos a considerar solo una lente). La FTC es una gráfica en donde el valor en

el eje “y” representa la intensidad, como función de la frecuencia espacial en el eje “x”. esta función, depende de los valores de Cs y del desenfoque. Matemáticamente, la FTC está dada por [1,3,4]:

$$FTC = B(q) = -2 \sin(2\pi(X(q))) \quad (1)$$

Donde,

$$X(q) = \frac{Cs\lambda^3 q^4}{4} + \frac{\Delta f \lambda q^2}{2} \quad (2)$$

y Cs es la constante de aberración esférica,  $\lambda$  la longitud de onda de los electrones,  $\Delta f$  el desenfoque y q los valores de frecuencia en el espacio recíproco.

La  $FTC=B(q)$  es una función oscilante (por el término senoidal). En la figura 1 se presenta un ejemplo típico de la FTC para una lente objetiva de un MET.

Algunos aspectos por considerar son los siguientes:

- La función existe en el dominio de la frecuencia espacial.
- Cuando la función es igual a 0, significa que esa frecuencia no se transmite por la lente, aunque dicha frecuencia exista en la muestra.
- Cada vez que la función de transferencia de contraste cruza el eje x, hay un cambio en el contraste de la imagen.

- Se llama resolución puntual a la primera vez que la función se aproxima el eje X y representa la frecuencia (o resolución) máxima interpretable para esa lente con ese desenfoque.

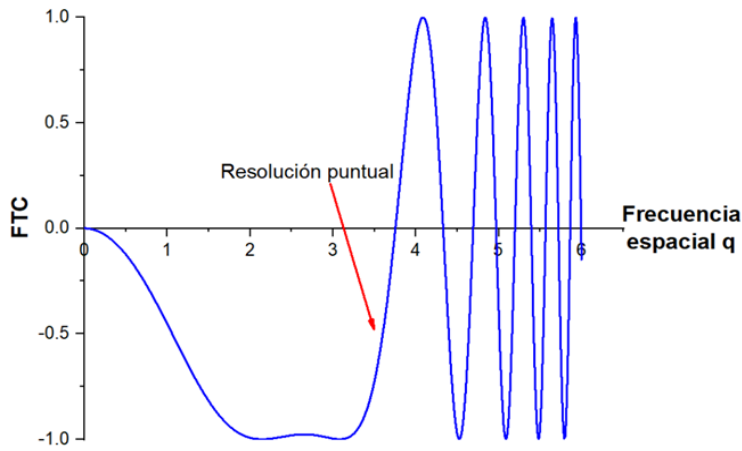


Figura 1. Función de transferencia de contraste.

La función  $B(q)$  es una función oscilante, con máximos y mínimos

$$X(q) = \frac{n}{4} \quad (n \text{ entero}) \quad (3)$$

cuando,  $n$  es impar, el contraste es máximo, y cuando  $n$  es par el contraste es mínimo. Sustituyendo (3) en (2) tenemos:

$$\frac{n}{4} = \frac{Cs\lambda^3 q^4}{4} + \frac{\Delta f \lambda q^2}{2}$$

Multiplicando por 4 y dividiendo entre  $q^2$ :

$$\frac{n}{q^2} = Cs\lambda^3 q^2 + 2\Delta f\lambda$$

Haciendo un simil con una línea recta, podemos hacer la siguiente consideración. Si se gráfica

$$\frac{n}{q^2} \text{ vs. } q^2$$

la pendiente será  $m=Cs\lambda^3$ , y la ordenada al origen  $b=2\Delta f\lambda$ , por lo tanto, de dicha gráfica obtendremos el valor de  $Cs$ , y de la ordenada al origen podemos deducir  $\Delta f$ .

**EXPERIMENTAL:** Como el análisis teórico requiere de tener todas las frecuencias espaciales, el material idóneo es un material amorfo, de preferencia que sea de un número

atómico mayor al carbón, para así obtener imágenes o patrones de difracción con buen contraste. Un patrón de difracción es la presentación idónea porque ahí están representadas todas las frecuencias espaciales de la muestra. Otra opción es hacer la transformada de Fourier de una imagen, ya que ésta, para éstos propósitos es equivalente a un patrón de difracción. La idea es tener en una figura todas las frecuencias espaciales de la muestra, transmitidas por la lente. El otro requisito es que la imagen tenga un cierto desenfoque, para que en el patrón de difracción (o en la transformada de Fourier de la imagen) haya información de las frecuencias que no se transmiten por el sistema formador de imágenes (esto es lo que explica la "Función de Transferencia de Contraste").

**RESULTADO:** La Figura 2 muestra la transformada de Fourier de una imagen de material amorfo. En este modo de presentación, todo lo "blanco", representa frecuencias espaciales que están en el material (y se transmiten por las lentes magnéticas) y los anillos "negros" son frecuencias que no están capturadas por la imagen a pesar de que si deben existir en el material (por eso se escoge un material amorfo). Dicho de otra manera, los anillos "negros" corresponden a las frecuencias donde el contraste es nulo, o sea a las "n" pares en la ecuación (3).

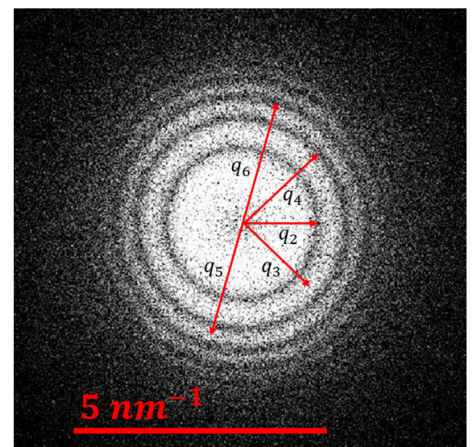


Figura 2. Transformada de Fourier de una imagen de material amorfo.

El subíndice 2, 4, 6 indica el valor de "n" y corresponde a cada medición de "q" de los anillos "negros" (no contraste), y también a los valores de  $q_3$ , y  $q_5$ , que corresponden a anillos de máxima brillantez, (anillos "blancos"). En el cuadro 1, se presentan los valores de los diámetros y radios obtenidos de los anillos blancos y negros de la Figura 2, donde el radio representa a los valores de frecuencia en el espacio recíproco (q).

Diámetro (nm <sup>-1</sup> )	radio (nm <sup>-1</sup> )	n	q*q (nm <sup>-2</sup> )	n/q*q (nm <sup>-2</sup> )
2.98	1.49	2	2.22	0.9009
3.60	1.80	3	3.24	0.9259
4.16	2.08	4	4.33	0.9245
4.60	2.30	5	5.29	0.9452
5.02	2.51	6	6.30	0.9524

Cuadro 1. Valores de diámetros, radios y "n" para cada radio del difractograma de la figura 2.

La Figura 3 muestra la gráfica de  $n/q^2$  vs  $q^2$

El valor de la pendiente  $m$  es  $0.0119 \text{ nm}^4$ , el valor de  $\lambda$  para el microscopio de  $300 \text{ keV}$  es de  $0.002 \text{ nm}$  y, por lo tanto, el valor de  $C_s$  es:

$$m = C_s \lambda^3, C_s = \frac{m}{\lambda^3} = \frac{0.0119 \text{ nm}^4}{(0.002 \text{ nm})^3} = 1,487,500 \text{ nm} = 1.48 \text{ mm}.$$

El valor estimado por el fabricante es de  $1.2 \text{ mm}$ .

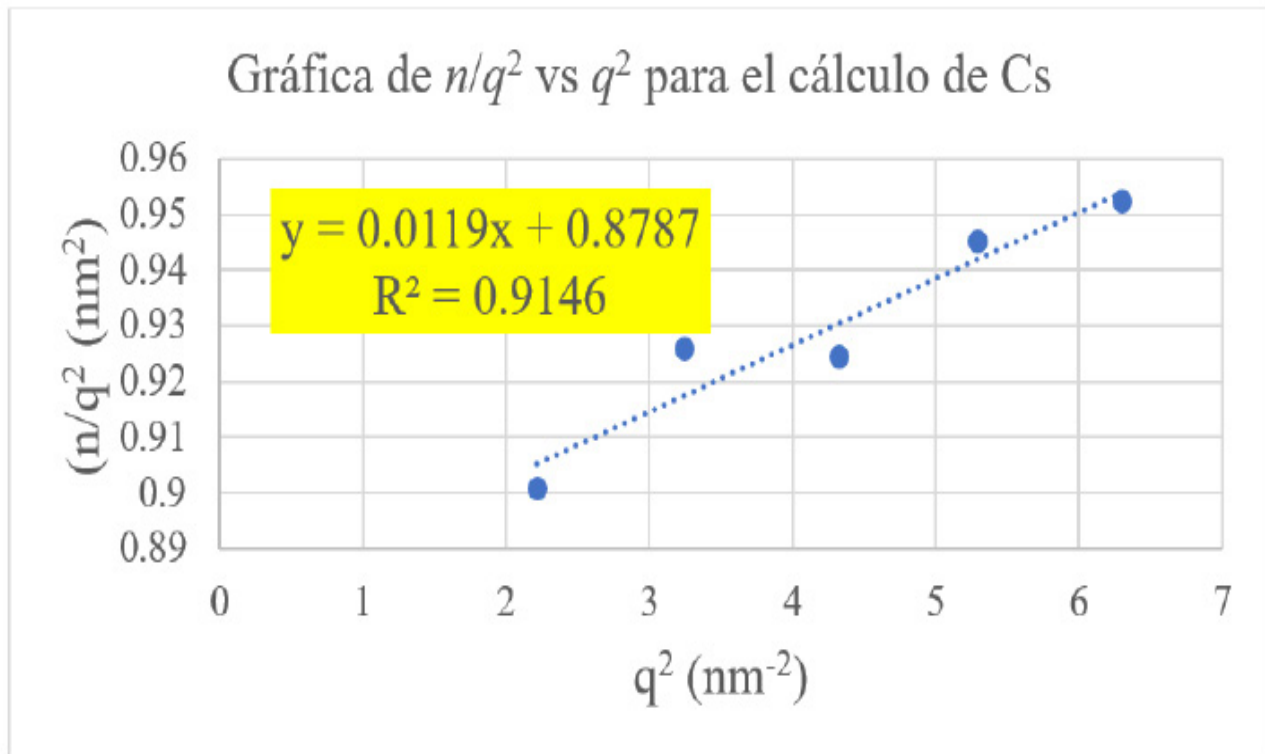


Figura 3. Gráfica de  $n/q^2$  vs.  $q^2$  para los valores del cuadro 1.

## CONCLUSIÓN

Con una sola imagen, o un patrón de difracción, se puede estimar el valor de  $C_s$  por el método de Krivanek [3].

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al CONAHCYT por la beca de AVP, al LINAN-IPICYT por acceso al laboratorio, al Dr. Héctor Silva por las imágenes obtenidas en el presente trabajo y a la Dra. Miriam Carolina Mendoza por su aportación en la revisión de este artículo.

## REFERENCIAS

- 1.-D.B. Williams & C.B. Carter, "Transmission Electron Microscopy. A Textbook for Materials Science", Springer, ISBN 978-0-387-76500-6
- 2.-R.F. Egerton, Ultramicroscopy 21 (1987) 231-244
- 3.-O. Krivanek, Optik 45 (1976) 97-101.

# HISTORIA DE LA MICROSCOPIA

## VIAJANDO POR EL PASADO MICROSCÓPICO

Amelia López Herrera y Araceli Zavaleta Mancera

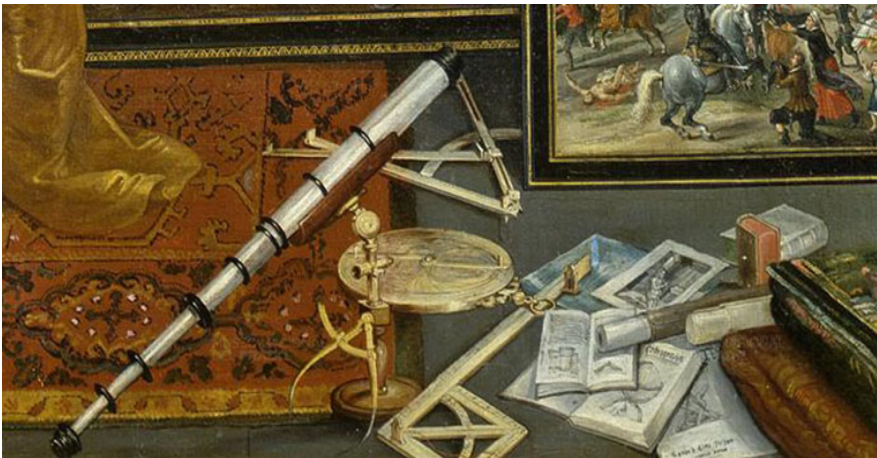


Figura 1. Detalle del cuadro titulado: “La alegoría de la vista y el olfato” óleo de Bruegel y colaboradores, 1620 (Museo Nacional del Prado, Madrid). Se aprecia un telescopio y probablemente un microscopio en el cuadrante inferior derecho. (Fuente: [ranm.es/lente/Microscopios/Microscopios/museo02/maso2.htm](http://ranm.es/lente/Microscopios/Microscopios/museo02/maso2.htm))

El microscopio óptico ha sido una gran herramienta en el desarrollo de la Ciencia; gracias a este instrumento ha sido posible revelar detalles de objetos que no son visibles a simple vista. Es difícil datar con exactitud sus orígenes, si bien podemos situarlos en las décadas finales del siglo XVI y las primeras del XVII. Aquí mencionamos algunas contribuciones relevantes en la historia del microscopio de la mano de ilustres personajes, quienes compartieron una gran curiosidad y pasión por la Ciencia.

En 1590 dos fabricantes de lentes

holandeses, Hans Janssen y su hijo Zacharias Janssen combinaron dos lentes convexas en un tubo opaco y obtuvieron una mayor perfección en la observación de objetos pequeños, constituyendo así los principios del microscopio compuesto y el telescopio (Fig. 1).

El microscopio de Zacharias fue utilizado y perfeccionado por varios experimentadores y conocido en todos los países, empleándose su sistema óptico en astronomía por Galileo Galilei en 1609 (Párraga y Fernández, 1994).

A mediados del siglo XVII, el microscopio comenzó a convertirse en un instrumento indispensable en los estudios de Historia Natural. Marcello Malpighi fue un médico italiano, anatomista, biólogo, botánico e histólogo, que desarrolló varios métodos para estudiar los organismos vivos, contribuyendo al inicio del desarrollo de la ciencia de la anatomía microscópica. Por casi 40 años Malpighi utilizó el microscopio para describir los tipos principales de estructuras de algunas plantas y animales, facilitando el inicio de campos de investigación importantes en botánica, embriología, anatomía humana y patología. Muchas estructuras anatómicas microscópicas se nombran en su honor, como la capa de Malpighi, los corpúsculos renales, así como los túbulos renales (Romero, 2011).

En 1661, en Bolonia realizó su descubrimiento más importante, al describir la red de capilares pulmonares que conectan las venas con las arterias, completando el ciclo circulatorio postulado por William Harvey (Fig. 2). Entre otras aportaciones de Malpighi, pueden destacarse sus observaciones sobre los componentes del hígado, el cerebro, los riñones, el bazo, los huesos y la piel; descubrió los glóbulos rojos de la sangre, identificó las papilas gustativas y describió detalladamente el embrión de pollo (Bellés, 2007).

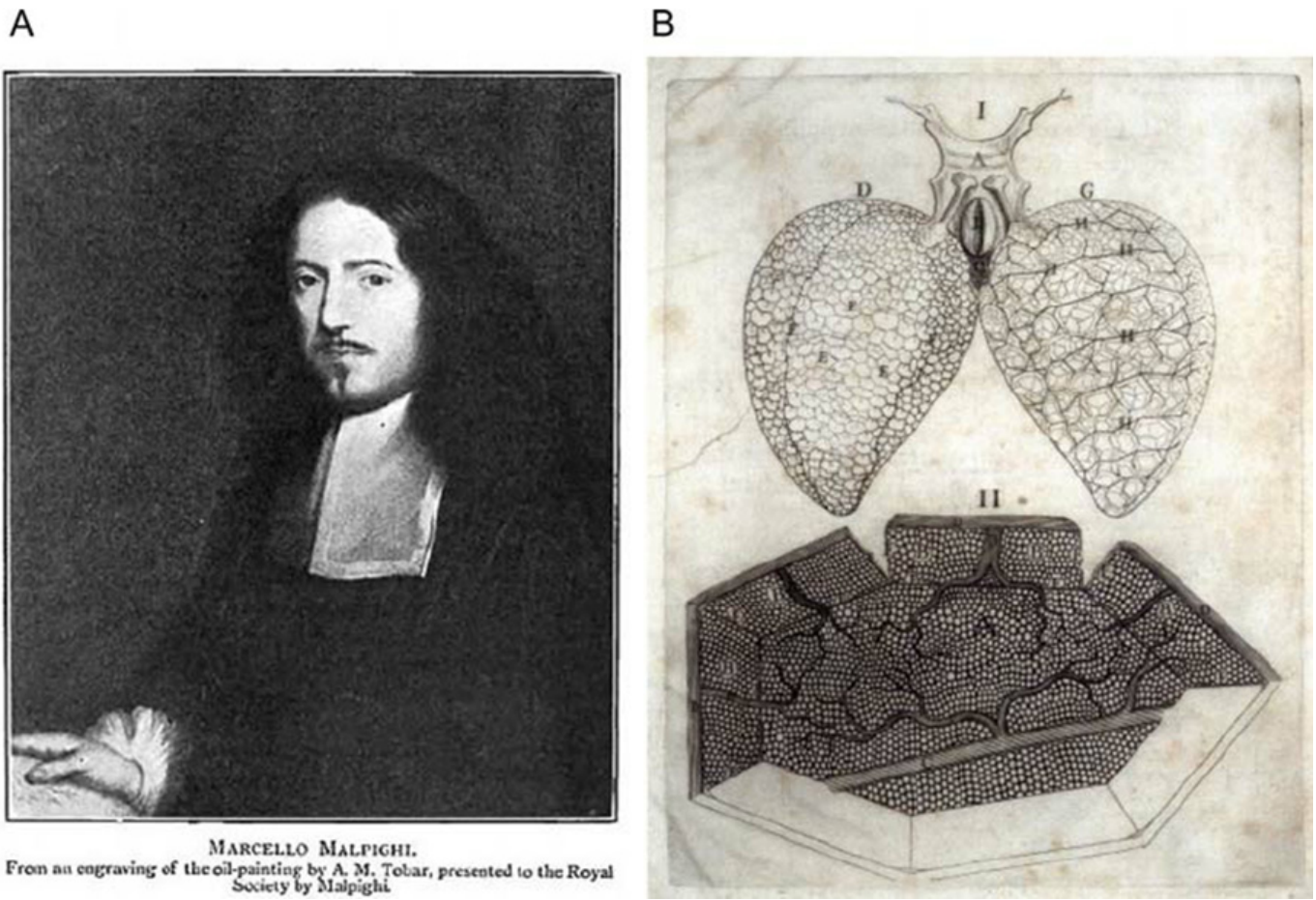


Figura 2. Retrato de Marcello Malpighi (A), Capilares pulmonares y alvéolos (B). (El Maghawry et al., 2014)

**R**obert Hooke, científico inglés, quién abarco entre sus intereses a la biología y la microscopía, publicó en 1665 el libro *Micrographia*, en el que aparecen por primera vez dibujos de imágenes tomadas con microscopía óptica y la descripción detallada de 57 observaciones, dentro de las que destacan la descripción del corcho, los fósiles y el carbón vegetal, así como descripciones de animales como las pulgas o el ojo compuesto de la mosca.

*Micrographia* fue la primera publicación importante de la Royal Society de Londres, convirtiéndose en el primer “best-seller” científico de la Historia, creando así un gran interés en el público sobre la nueva disciplina de la Microscopía. Hooke fue el descubridor de las células y acuño el término célula para describir la unidad básica que constituye a todos los seres vivos. El vocablo provenía de sus observaciones de células vegetales, que le recordaban la “cellula” o celdas donde vivían los monjes (Fig. 3) (Beléndez, 2015).



Figura 3. Retrato conmemorativo de Robert Hooke para “The Open University” El cielo representa sus intereses astronómicos con uno de sus grandes telescopios. Frente a él se encuentran su libro “*Micrographia*”, abierto en la página donde aparece la imagen de la pulga, junto a un microscopio, una pluma y unos fósiles. Óleo de Rita Greer, 2008. El retrato cuelga en la Sala de Seminarios del Edificio de Ciencias “Robert Hooke” y fue presentado en 2009. Fuente: [blogs.ua.es/fisicateleco/2015/10/26/el-best-seller-micrographia-de-robert-hooke-cumple-350-anos/](https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/10/26/el-best-seller-micrographia-de-robert-hooke-cumple-350-anos/)

Antoine Van Leeuwenhoek conocido como el “padre de la microbiología” fue un comerciante de telas Holandés que a finales del siglo XVII descubrió la vida microscópica (Fig. 4) (Osorio, 2020). Gracias a su gran curiosidad, paciencia y habilidad, realizó observaciones y descubrimientos en microscopios que el mismo fabricó y perfeccionó.



Figura 4. Retrato de Antoine Van Leeuwenhoek, óleo de Jan Verkolje, 1686. Museo de Rijksmuseum, Amsterdam, Holanda. Fuente: <http://arauco.org/SAPEREAUDE/optica/siglodeoroholandes/JANVERKOLJE1.html>).

Construyó diminutas lentes biconvexas; sus microscopios poseían una sola lente fija entre dos platinas de metal remachadas, que se sostenían muy cerca del ojo, a manera de los anteojos actuales. Las muestras las colocaba en un tornillo que acercaba o alejaba de la lente para enforcar (Fig. 5). La distancia focal era muy corta, lo que impedía la observación de muestras de gran tamaño y la necesidad de una

iluminación tangencial. Sin embargo, hizo modificaciones de este diseño para observar muestras más grandes.

En 1674, observó bacterias y otros microorganismos en las aguas de un lago cerca de Delft. En 1677 observó espermatozoides. Entre otras contribuciones se encuentran el estudio de los glóbulos rojos de animales y del ser humano, así como el riego sanguíneo y los capilares de la cola de los renacuajos, de las patas de las ranas, de la aleta caudal de las anguilas y del ala de los murciélagos, estructura de las hojas y de la madera de varias especies (Página en red: <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/1-leeuwenhoek.php>).

El poder de resolución del microscopio óptico aumentó a través del tiempo, con su factor limitante que es la longitud de onda de la luz, la que determina o limita la capacidad de ver objetos más pequeños. Sin embargo, desde finales del siglo XVI e inicios del XVII hasta nuestros días, el microscopio óptico ha sido una herramienta fundamental para la investigación científica en diferentes disciplinas

Referencias:

1 Beléndez, A. (2015). El best-seller «Micrographia» de Robert Hooke cumple 350- años. Física para todos, 1-5.  
 2 Bellés, X. (2007). Marcello Malpighi (1628-1694) primer gran anatomista de insectos. Boln. S.E.A., 41(16), 476.  
 3 ElMaghawry, M., Zanatta, A., & Zampieri, F. (2014). The discovery of pulmonary circulation: From Imhotep to William Harvey. Global Cardiology Science and Practice, 2, 31. <https://doi.org/10.5339/gcsp.2014.31>

4 Osorio, C. (2020). Leeuwenhoek y sus animálculos. Rev Chilena Infectol, 37(6) 762-766.

5 Párraga, A., & Fernández, R. (1994). Una mirada retrospectiva sobre la evolución histórica de las formas del microscopio. Cuadernos, 40(1), 59-65.

6 Romero, R. (2011). Marcello Malpighi (1628-1694), founder of microanatomy. International Journal of Morphology, 29(2), 399-402. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022011000200015>

Páginas en red:

1 <http://www.ranm.es/lente/Microscopios/Microscopios/museo02/mas02.htm>  
 2 <http://arauco.org/SAPEREAUDE/optica/siglodeoroholandes/JANVERKOLJE1.html>  
 3 <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/1-leeuwenhoek.php>  
 4 <https://lensonleeuwenhoek.net/content/266x-brass>  
 5 <https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/10/26/el-best-seller-micrographia-de-robert-hooke-cumple-350-anos/>

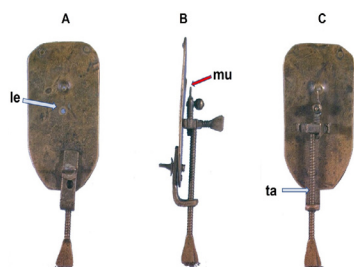
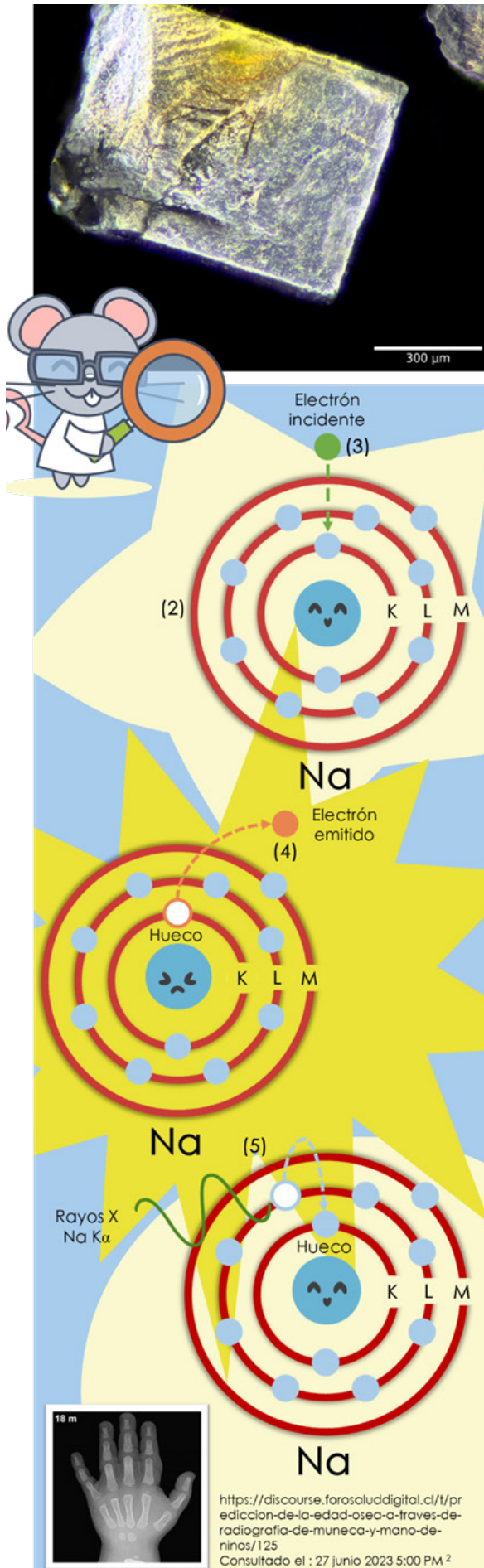


Figura 5. Microscopio de Antoine Van Leeuwenhoek. El aumento de la lente de este microscopio (266 X) lo convierte en el más potente de los once microscopios sobrevivientes. A. zona del microscopio por donde se colocaba el ojo para observar; B. vista lateral del microscopio en la que se observa el lugar donde se colocaba la muestra. C. Ha estado en la colección de la Universidad de Utrecht, ahora Museo de la Universidad de Utrecht, desde principios del siglo XIX. vista de frente. le, lente; mu, muestra; ta, tornillo de ajuste. (Adecuación de la fuente: [lensonleeuwenhoek.net/content/266x-brass](https://lensonleeuwenhoek.net/content/266x-brass)).

# TODO DEPENDE DE LA LENTE CON LA QUE SE

Autores: Miriam Carolina Mendoza Ramírez y Amelia López Herrera

# MIRA



Todos nos hemos preguntado alguna vez ¿De qué están hechas las cosas? A veces esta pregunta es fácil de responder, por ejemplo, un pastel, está hecho de harina, leche, huevos, azúcar, mantequilla y una pizca de sal. Pero si somos inquisitivos y nos preguntamos ¿De qué está hecha la harina? La respuesta sería trigo, ¿Pero y el trigo? Mientras nos acercamos a escalas más pequeñas, las respuestas toman un carácter más riguroso. El trigo por ejemplo se compone principalmente de almidón, proteínas y agua. Estas moléculas complejas a su vez se forman de partículas elementales conocidas como átomos, los cuales forman todo el universo conocido y, con toda seguridad, el universo que aún tenemos por conocer. A su vez, todos los átomos se forman por partículas elementales: electrones, protones y neutrones en una historia de nunca acabar.

¿Pero, alguna vez te has preguntado cómo consiguen los científicos en laboratorios especializados conocer los elementos químicos que componen una muestra? Por ejemplo, ¿La pizca de sal que potencializa el sabor en nuestro pastel? En un laboratorio se tienen a disposición distintas técnicas, que nos permiten analizar muestras diminutas, mucho más diminutas que las pestañas en los ojos de una mosca. Estas técnicas se encuentran en microscopios que emiten electrones y permiten conocer la composición química elemental de una gran variedad de muestras como madera, polen, arcillas, joyas o dispositivos eléctricos como tabletas o smartphones. Una de las técnicas más empleadas es la espectroscopía de dispersión de Rayos X o EDS por sus siglas en inglés “Energy Dispersive X-ray Spectroscopy” [1].

Los microscopios electrónicos generan un tipo de radiación capaz de producir cambios en la estructura atómica de los materiales sobre los que inciden, la cual se conoce como radiación ionizante. Para explicarlo, retomemos el caso de la sal de mesa que consumimos todos los días. Químicamente este compuesto se forma con átomos de sodio (Na) y cloro (Cl) y se conoce como cloruro de sodio (-). Bajo un microscopio de luz, es posible reconocer que este compuesto forma

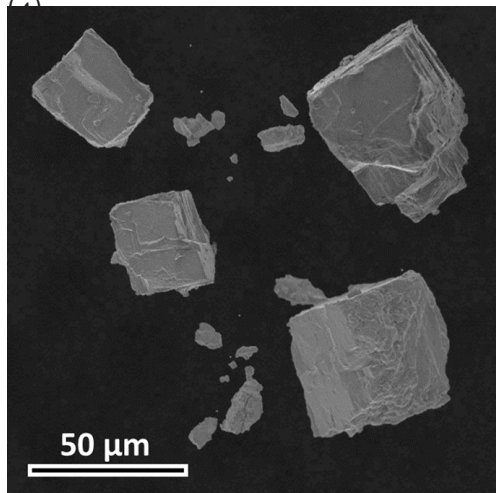
## ¿DE QUÉ ESTÁN HECHAS LAS COSAS?

cristales cúbicos como el mostrado en la fotografía de la esquina superior izquierda de la página anterior.

Podemos explicar la estructura de un átomo de forma análoga al sistema solar. Así como la tierra, venus, marte, etc., giran alrededor del sol, en un átomo tenemos electrones girando alrededor de un núcleo estable (como se muestra en la figura de la izquierda), en donde se ejemplifica un átomo estable de sodio con un núcleo representado por un círculo azul y 11 electrones representados por pequeños círculos azul cielo (2).

Cuando una muestra es impactada por electrones de alta energía en un microscopio electrónico, ocurre un proceso que produce Rayos X (como los que se emplean para ver los huesos por debajo de la piel en una radiografía). Estos guardan información del tipo de orbital del que fueron producidos, por lo que se conocen como Rayos X “característicos” y sirven para identificar los elementos que componen cualquier tipo de muestra.

El proceso de generación de Rayos X característicos se ilustra en la figura de abajo para un átomo de sodio (Na), uno de los elementos que componen la sal que consumimos todos los días. El círculo verde representa un electrón de alta energía generado por el microscopio electrónico (3). Los 11 electrones del Na (azul cielo) se distribuyen en los orbitales electrónicos, los cuales se nombran con las letras K, L, M...etc. Los electrones de alta energía (verdes) inciden sobre el átomo de la muestra y “patean” a los electrones fuera de los orbitales, dejando un “hueco” y desestabilizando el átomo (4).



La única forma en que el átomo consigue volver a ser estable es haciendo que un electrón de cualquiera de los orbitales superiores descienda para llenar ese “hueco”. Como los orbitales exteriores poseen mayor energía que los interiores, esta energía sobrante se libera en forma de ondas de Rayos X (5).

Al final, es posible obtener un perfil EDS como el que se muestra a continuación. En este se observa la intensidad de Rayos X generados por el decaimiento de electrones del orbital L a la capa K conocido como Rayos X  $K\alpha$  para los elementos sodio (Na) y cloro (Cl).

Este perfil fue obtenido en un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM por sus siglas en inglés “Scanning Electron Microscope”) Hitachi SU3500 en el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica en Puebla. Finalmente, el detalle en la parte superior derecha, muestra cómo se ven varios granos de sal (NaCl) bajo el mismo SEM. ¡Así que ya lo sabes! si tienes una muestra (generalmente sólida) puedes verla en un microscopio electrónico y conocer que elementos la componen empleando espectroscopía EDS.

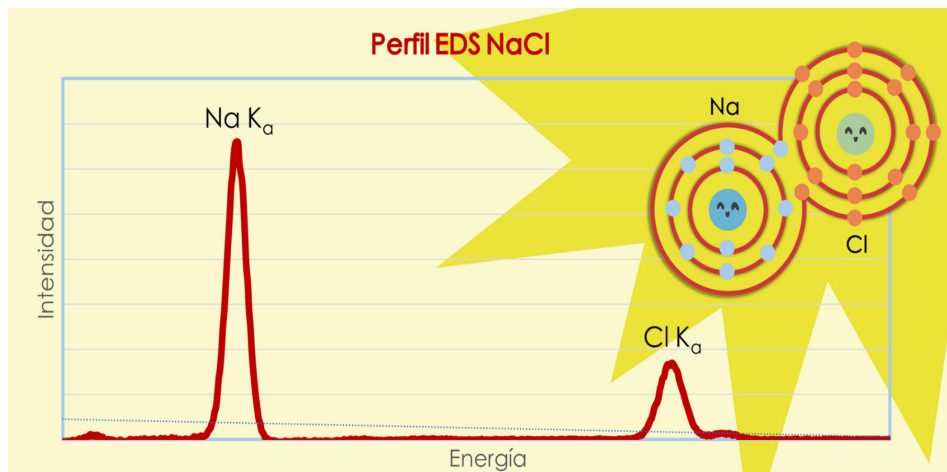
## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al laboratorio de Microscopia Electrónica del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica y al Laboratorio de Morfología de Insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en particular al Dr. Mario Moreno y al M. C. Jorge M. Valdez Carrasco, así como a la técnica académica Leticia Tecuapetla Quechol, por las facilidades otorgadas para ilustrar este trabajo.

Igualmente extendemos nuestro agradecimiento al CONAHCYT por el financiamiento a través de las becas posdoctorales 560368 y 587142.

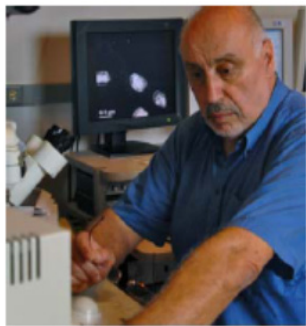
## REFERENCIAS

1. Williams, D. B. & Carter, C. B. Transmission electron microscopy. (2009).
2. <https://discourse.forosaluddigital.cl/t/prediccion-de-la-edad-osea-a-traves-de-radiografia-de-muneca-y-mano-de-ninos/125> Consultado el: 27 junio 2023 5:00 PM



# Reseñas

## MIGUEL JOSÉ YACAMÁN



Autor: Arturo Ponce Pedraza

El Dr. Miguel José-Yacamán es uno de los científicos mexicanos experimentales más destacados con reconocimiento internacional. Es Físico egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año 1967 y Doctor en Ciencia de Materiales por la misma universidad en 1973. A lo largo de su trayectoria como científico ha formado diversos grupos de investigación en diferentes instituciones mexicanas como el Instituto de Física de la UNAM, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), instituciones que lograron un reconocimiento internacional en microscopía electrónica debido a la influencia del Dr. José Yacamán. Fue Director Adjunto de Ciencia y Tecnología del CONACYT entre los años 1991 y 1997. Así mismo, ha sido director de otras instituciones en Estados Unidos, donde reside actualmente, tales como el International Center for Nanotechnology and Advanced Materials (ICNAM), Reese Professor in Engineering, and Cockrell Chair en el Departamento de Ingeniería Química en la Universidad de Texas en Austin de 2001 a 2008 y jefe del Departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Texas en San Antonio de 2008 a 2018. Desde el año 2019 el Dr. José Yacamán es Regents profesor y durante dos años jefe de Departamento de Física Aplicada y Ciencia de Materiales de la Universidad de Northern Arizona.

La Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis se complace en incluir la semblanza

de microscopistas distinguidos y en este primer número queremos comenzar con uno de los fundadores de la asociación. Las contribuciones del Dr. José Yacamán van desde la caracterización de la estructura atómica y la geometría de nanopartículas metálicas, hasta la comprensión de su comportamiento en los sistemas de catálisis y sus interacciones con sistemas biológicos como virus y bacterias. Su trabajo se ha centrado en los nanomateriales desde principios de los años 70. Prácticamente toda su obra ha estado relacionada con la microscopía electrónica, con más de 650 artículos y alrededor de 42,000 citas, con un índice h de 81. Una de sus primeras aportaciones más importantes fue el artículo titulado “Microscopía electrónica de campo oscuro de alta resolución de partículas pequeñas” ([Phys. Status Solidi A 42 \(1977\) 571](#)), en el que el demostró la formación de nanopartículas metálicas con formas irregulares. Este artículo captó la atención de la comunidad de catálisis (por ejemplo, la industria petrolera) debido al alto impacto que tendría la actividad superficial de esas nanopartículas en los procesos catalíticos. Otros trabajos como “El efecto bactericida de las nanopartículas de plata” ([Nanotechnology 16 \(2005\) 2346](#)) ha sido citado más de 7,600 veces. Ha sido galardonado dos veces con un título honoris causa por la Universidad de Nuevo León y la Universidad de Córdoba en Argentina.

Ha recibido otros altos reconocimientos como el Premio Nacional de la Academia Mexicana de Ciencias en 1982, el Premio John Wheatley de la American Physical Society en 2011, y el SACNAS, el emeritazgo del Sistema

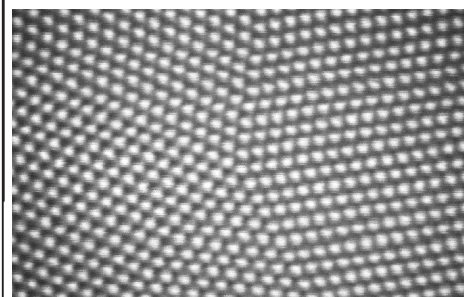
Nacional de Investigadores y el premio por la Microscopy Society of America en 2015. Recientemente recibió la Medalla Spiers Memorial de la Royal Chemistry society en Londres y la Materials Research Society en 2019.

Ha sido un importante promotor de la microscopía en América Latina y ha establecido una fuerte colaboración entre el Comité Interamericano de Sociedades de Microscopía Electrónica (CIASEM) y la Federación Internacional de Sociedades de Microscopía Electrónica (IFSEM). Fue el presidente del Congreso Internacional de Microscopía en 1998 en Cancún México y fue organizador de la reunión conjunta de MSA con el CIASEM en la reunión anual de M&M 2003.

Una de las labores más destacadas de su trayectoria ha sido la formación de recursos humanos. A lo largo de su trayectoria ha sido asesor de más de 150 becarios posdoctorales y estudiantes de posgrado. Su trabajo con estudiantes latinoamericanos y de minorías dentro de los Estados Unidos ha sido altamente destacado.

El Dr. Miguel José Yacamán es actualmente Profesor del Departamento de Física Aplicada y Ciencia de Materiales de la Universidad de Northern Arizona, USA.

Email: [Miguel.Yacaman@nau.edu](mailto:Miguel.Yacaman@nau.edu)



# RAÚL PADRÓN



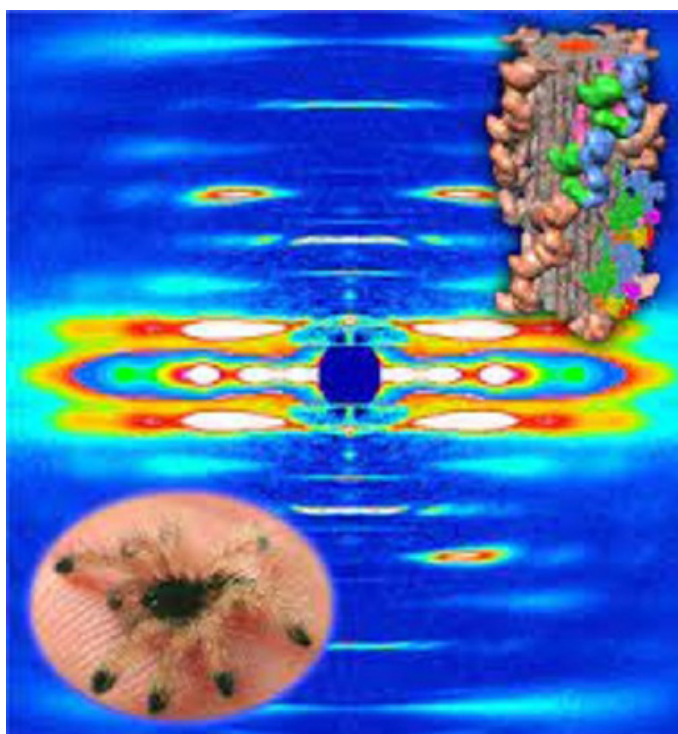
Fotografía obtenida por  
Dr. Thomas Irving

Autor: Luis Felipe Jiménez García

El Dr. Raúl Padrón nació en Caracas, Venezuela. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad Central de Venezuela y posteriormente realizó una maestría en Biología y un doctorado en Fisiología y Biofísica en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Después realizó una estancia posdoctoral en el Laboratorio de Biología Molecular en Cambridge en el Reino Unido. Ahí comenzó el estudio de los filamentos de miosina del músculo de tarántula, usando tinción negativa y microscopía electrónica de transmisión, logrando su reconstrucción tridimensional a 50 Å de resolución.

Después de terminar su posdoctorado, regresó a Venezuela para incorporarse al Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, en donde permaneció como investigador titular hasta el 2018, hasta convertirse en investigador emérito. En 1991 obtuvo el Premio Polar de la Fundación Empresas Polar. Durante ese lapso, ha sido profesor visitante de la Universidad de Massachusetts. Con un donativo de la HHMI en 1997, fundó el Departamento de Biología Estructural en el Instituto Venezolano de Investigaciones científicas, que equipó con un criomicroscopio electrónico.

Con la ayuda de ese microscopio y en colaboración con su colega Roger Craig de Estados Unidos, produjeron en el 2005 un modelo



atómico a 25 Å de resolución de los filamentos de miosina de músculo de tarántula. Ese hallazgo mostró que las dos cabezas de miosina forman un arreglo asimétrico que resulta en la inhibición de su actividad enzimática, generando lo que llamaron un “motivo (motif) de cabezas interactuantes”. Dicho motivo explica estructuralmente la relajación y la activación de los filamentos de miosina, a través de fosforilaciones llevadas a cabo por quinasas.

El Dr. Padrón obtuvo el Premio Nacional de Ciencias de Venezuela por sus hallazgos en 2008.

El Dr. Raúl Padrón es actualmente Profesor de la Division of Cell Biology and Imaging, en el Departamento de Radiología de la UMass Chan Medical School, en Massachusetts, USA.

Email: [raul.padron@umassmed.edu](mailto:raul.padron@umassmed.edu)

# Noticias

Autores: Brianda Alexia Agundis Tinajero, Miguel Ángel Coronado Ipiña, Claudia Lorena Rodríguez Salazar

## REVOLUCIONANDO LA MICROSCOPIA DE FLUORESCENCIA DE SUPERRESOLUCIÓN

**E**n el Instituto Max Planck de Investigación Médica de Heidelberg en Alemania, científicos en colaboración con el Premio Nobel Stefan Hell, desarrollaron una metodología que logra una superresolución aprovechando al máximo la información de cada fotón de fluorescencia, para poder determinar la posición de proteínas individuales. El equipo presentó el MINFLUX (por su utilización mínima de fotones) por primera vez en 2016, logrando observar movimientos aleatorios en proteínas con una resolución del orden de decenas de nanómetros. Con el aumento de potencia al microscopio MINFLUX, publicado en marzo del 2023, los investigadores lograron registrar los movimientos de la Kinesina-1 con ATP, utilizando un único fluoróforo y registrando pasos de 16 nm. de las cabezas individuales y subpasos de 8 nm. con una resolución espaciotemporal de nanómetros/milisegundos. Se espera que esto permita a la microscopía de fluorescencia competir con la microscopía electrónica, la cual da condiciones desfavorables para observar organismos vivos, a pesar de brindar una resolución espacial nanométrica.

Mayor información en:

Wolff, J. O., Scheiderer, L., Engelhardt, T., Engelhardt, J., Matthias, J., & Hell, S. W. (2023).

## ZEISS PRESENTA UN NUEVO SISTEMA INTEGRADO PARA IMÁGENES BLOCK-FACE EN SERIE

MINFLUX dissects the unimpeded walking of kinesin-1. Science (New York, N.Y.), 379(6636), 1004–1010. <https://doi.org/10.1126/science.ade2650>

**L**a marca ZEISS, reconocida por desarrollar soluciones de microscopía para la investigación en ciencias de la vida y de materiales, ha presentado recientemente el ZEISS Volutome, un ultramicrotomo que incluye cámara para microscopios electrónicos de barrido de emisión de campo (FE-SEM). Este ultramicrotomo está diseñado para obtener imágenes en 3D de la ultraestructura de todo tipo de muestras biológicas.

Considerando la preferencia de una fácil preparación de muestras y un procesamiento de imagen altamente automatizado, que permita la adquisición de conjuntos de datos de gran volumen, el serial block-face SEM (SBF SEM) es la tecnología preferida por los investigadores del área biológica.

Por ello, ZEISS Volutome es un sistema que involucra desde el hardware hasta el software, incluyendo el procesamiento, la segmentación y la visualización de imágenes block-face en serie. Gracias a esto, ZEISS Volutome promete ahorrar tiempo con cortes automatizados, la adquisición de imágenes y el preprocesamiento de imágenes automático.

## LA ILUMINACIÓN LED COMO ALTERNATIVA A LAS LÁMPARAS TRADICIONALES EN MICROSCOPIA.

**E**n el mundo de la microscopía, los laboratorios están adoptando rápidamente sistemas avanzados de iluminación LED como una alternativa a las lámparas convencionales de mercurio y halogenuros metálicos. Las lámparas de mercurio utilizadas en la fluorescencia traen consigo ciertos desafíos; largos tiempos de arranque, alto consumo de energía, corta vida útil, y complejidades de capacitación para nuevos usuarios. Si bien las lámparas de halogenuros metálicos ofrecieron algunas mejoras, estas también presentan limitaciones similares.

Uno de los principales motivos para la implementación de los sistemas de iluminación LED es su bajo costo a largo plazo. Si bien el precio de compra inicial de los sistemas LED puede ser más alto que de las lámparas tradicionales, éstas requieren reemplazos frecuentes de bombillas; las bombillas de mercurio duran aproximadamente 200 horas y las de halogenuros metálicos unas 2,000 horas. Por el contrario, los LED cuentan con una vida útil de alrededor de 25,000 horas. Además, los focos LED consumen menos energía en comparación con las lámparas de mercurio, lo que se traduce en menores costos de electricidad y evitan que el microscopio se pueda calentar.

La iluminación LED también tiene una ventaja en la preservación de las muestras analizadas. La exposición innecesaria a la luz puede provocar fototoxicidad y fotoblanqueo, lo que compromete la calidad de la muestra y de las imágenes. Los sistemas LED ofrecen un control preciso sobre la intensidad de la luz, lo que



permite a los investigadores obtener imágenes de alta calidad y minimizar el fotodaño.

Además de sus ventajas de rendimiento, los sistemas de iluminación LED contribuyen a la sostenibilidad medioambiental. Las lámparas tradicionales contienen mercurio y requieren una eliminación adecuada. Los sistemas LED tienen una vida útil más larga y consumen menos energía, lo que reduce los desechos.

La creciente adopción de sistemas avanzados de iluminación LED en los laboratorios de microscopía significa un cambio de paradigma en el campo. Los sistemas LED están revolucionando la investigación científica. Los investigadores ahora pueden beneficiarse de una mayor eficiencia, una mayor calidad de los datos y un enfoque más ecológico de su trabajo.

Mayor información en:

<https://www.labmanager.com/why-leds-are-changing-the-face-of-fluorescence-microscopy-29169>

## NUEVOS AVANCES EN LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS E IMÁGENES CRIOGÉNICAS: EL INSTRUMENTO CRYONANOSIMS

Un grupo de Científicos del Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL) liderado por el Prof. Anders Meibom ha desarrollado un instrumento innovador llamado CryoNanoSIMS el cual representa un avance significativo en la preparación y visualización de muestras criogénicas. Este integra el instrumento NanoSIMS que mantiene la muestra a una temperatura estable de alrededor de 106 K en un entorno de vacío. Esta configuración garantiza una disminución en la recrystalización, sublimación, y contaminación de la superficie, lo que permite extender las sesiones de análisis sin comprometer la integridad de la muestra.

El flujo de trabajo de CryoNanoSIMS comienza con la congelación a alta presión (HPF) del tejido biológico, que transforma el contenido líquido de la muestra en hielo. Luego, la muestra vitrificada se criocorta para crear una superficie plana, seguida de imágenes crio-SEM para visualizar las estructuras a nivel de tejido y subcelulares. Finalmente, se realizan imágenes de alta resolución utilizando el instrumento CryoNanoSIMS en la misma superficie de la muestra.

Los investigadores utilizaron CryoNanoSIMS para investigar Green Hydra (Hydra viridissima), un hidrozoo de agua dulce conocido por su relación endosimbiótica con las algas verdes (Chlorella sp.). Los resultados revelaron diferencias sorprendentes entre la preparación convencional de la muestra y el uso de CryoNanoSIMS. Las técnicas convencionales provocaron una contracción severa causada por los pasos de deshidratación. Estructuras tisulares, como las vacuolas perdieron su integridad. Por el contrario, la preparación criogénica, que implica la congelación a alta presión (HPF) y la criopreparación posterior, mantuvo la estructura celular casi intacta.

El instrumento CryoNanoSIMS abre interesantes posibilidades para el estudio de sistemas biológicos. Representa además una herramienta para investigar las complejas estructuras y las composiciones isotópicas de los tejidos biológicos, lo que permite una comprensión más profunda de los procesos e interacciones celulares. Esta tecnología innovadora abre el camino para nuevos descubrimientos en varias disciplinas y promete revolucionar el campo de la imagenología de alta resolución en biología.

Mayor información:

Meibom, A., Plane, F., Cheng, T. et al. Correlated cryo-SEM and CryoNanoSIMS imaging of biological tissue. BMC Biol 21, 126 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12915-023-01623-0>

# CALENDARIO DE EVENTOS

Recopilación por: Claudia Lorena Rodríguez Salazar

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](mailto: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 sitio web

## CONGRESOS 2023

73rd American Crystallographic Association (ACA) Annual Meeting  
**July 7–12, 2023**  
 Baltimore, MD  
[acas.memberclicks.net/future-meetings](https://acas.memberclicks.net/future-meetings)

Gordon Research Conference: Tissue Microstructure Imaging  
**July 16–21, 2023**  
 Easton, MA  
[grc.org/tissue-microstructure-imagingconference/2023](https://grc.org/tissue-microstructure-imagingconference/2023)

Microscopy & Microanalysis 2023  
**July 23–27, 2023**  
 Minneapolis, MN  
[microscopy.org/events/future.cfm](https://microscopy.org/events/future.cfm)  
 31st International Materials Research Congress (IMRC2023)  
**August 13–18, 2023**  
 Cancún, México  
[mrs-mexico.org.mx/imrc2023/index.php](https://mrs-mexico.org.mx/imrc2023/index.php)

IMC20: 20th International Microscopy Congress  
**September 10–15, 2023**  
 Busan, South Korea  
[imc20.kr/main/main.php](https://imc20.kr/main/main.php)

Congress of the Brazilian Society of Microscopy and Microanalysis together with the CIASEM congress  
**November 7–10, 2023**  
 Modalidad híbrida, en línea e Pernambuco, Brazil  
[29csbmm.com.br/](https://29csbmm.com.br/)

Lattice Lightsheet User Group  
**ABIERTO**  
 BioImaging North America  
[bioimagingnorthamerica.org/events/lattice-lightsheet-user-group/](https://bioimagingnorthamerica.org/events/lattice-lightsheet-user-group/)

## CURSOS 2023

Montreal Light Microscopy Course (MLMC) Fundamentals - Train the Trainer  
**24–28 de julio de 2023**  
 Montreal, Canada  
[globalbioimaging.org/international-training-courses/canada-bioimaging-gbi-2023-course](https://globalbioimaging.org/international-training-courses/canada-bioimaging-gbi-2023-course)

Avances recientes en microscopía electrónica de transmisión  
**23 de agosto de 2023**  
 Modalidad híbrida, presencial IPICTY y remoto, Blue Jeans  
[www.ammmicro.mx/](https://www.ammmicro.mx/)

Microscopía de Fluorescencia y Microscopía de Láser Confocal  
**7 y 8 de septiembre de 2023**  
 Modalidad híbrida, remoto, Blue Jeans y presencial en UNAM  
[www.ammmicro.mx](https://www.ammmicro.mx)  
 Taller de Microscopía avanzada, Latin America and North America Bioimaging

**27–29 de septiembre de 2023**  
 Modalidad híbrida, en línea e IPICTY  
[meximagingworkshops.org.mx](https://meximagingworkshops.org.mx)

Introducción a Fiji/Image J para el análisis de imagen de fluorescencia  
**3–24 de octubre de 2023**  
 Modalidad en línea  
[formacion.sjdhospitalbarcelona.org/es/introduccion-a-fiji-image-j-para-el-analisis-de-imagen-de-fluorescencia-2023.html](https://formacion.sjdhospitalbarcelona.org/es/introduccion-a-fiji-image-j-para-el-analisis-de-imagen-de-fluorescencia-2023.html)

Técnicas Novedosas de Microscopía de Barrido  
**12 de octubre de 2023**  
 Modalidad híbrida, en línea e IPICTY  
[www.ammmicro.mx/](https://www.ammmicro.mx/)

Microscopía Electrónica en el Sector Agropecuario  
**16 y 17 de noviembre de 2023**  
 Modalidad híbrida, en línea y presencial COLPOS-SADER  
[www.ammmicro.mx/](https://www.ammmicro.mx/)

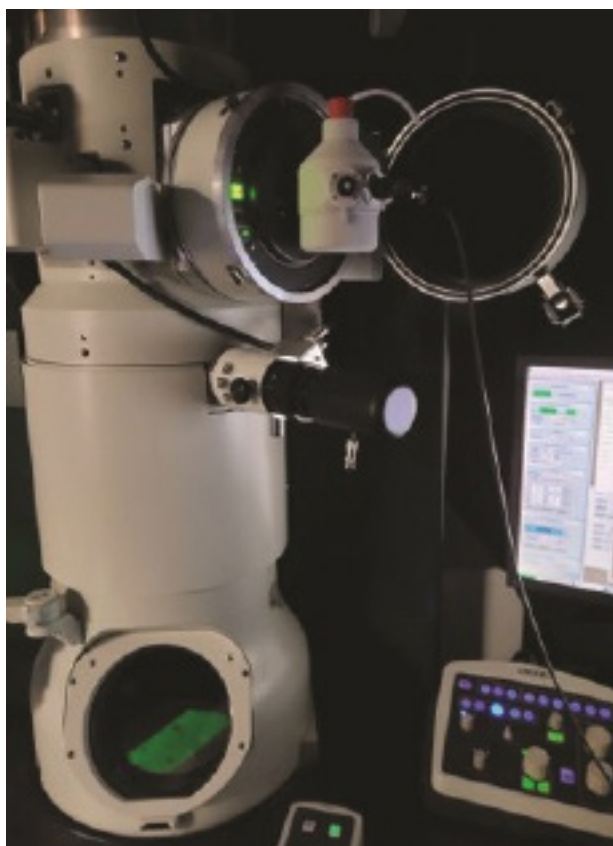
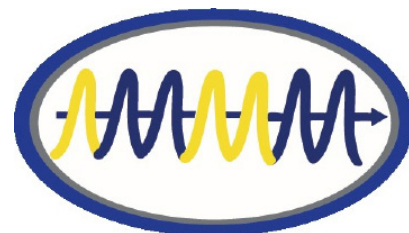
## CONGRESOS 2024

Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis  
**Octubre, 2024**  
 Por definir  
[www.ammmicro.mx/](https://www.ammmicro.mx/)

# EMPRESAS AFILIADAS

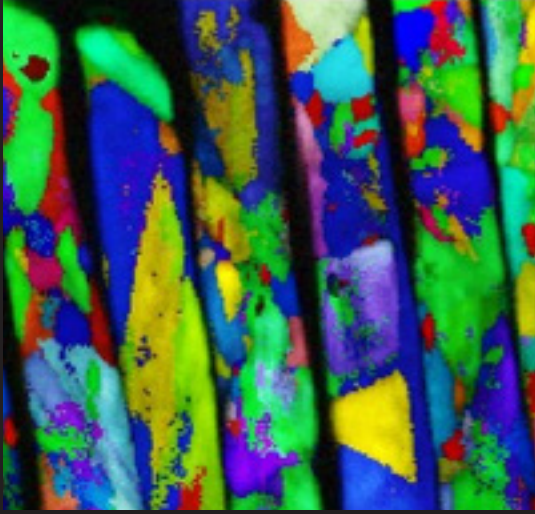
## Beneficios de afiliarse a la AMMM

- 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.



- Con el pago del stand tendrán derecho a asistir a todas las pláticas del evento (valido para 2 personas).
- 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](mailto:contacto@ammmicro.mx)  
<https://www.ammmicro.mx/afiliaciones/>



# Mesa Directiva de la AMMM

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**

Mauricio Comas García  
Luis Felipe Jiménez García  
Carlos Villegas Mercado

Asociación Mexicana de Microscopía y Microanálisis

[contacto@ammmicro.mx](mailto:contacto@ammmicro.mx)

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

