

Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar

Director de la División

Ciencias y Artes para el Diseño

UAM Xochimilco

## **INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

Instituto de Investigaciones En Materiales de la UNAM

Microscopía

Periodo: 23 de enero de 2023 al 23 de julio de 2023

Proyecto: Investigación en Materiales 2022

Clave: XCAD000961

Responsable del Proyecto: Carlos Flores Morales

Asesor Interno: Roberto García Sandoval

Maricarmen Fernández Martínez

Matrícula: 2193032390

Licenciatura: Diseño Industrial

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Cel: 5522452282

Correo electrónico: fmaricarmen360@gmail.com

## **Introducción**

Durante el período de enero de 2023 a julio de 2023, el estudiante perteneciente a la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X) de la licenciatura en diseño industrial, Maricarmen Fernández Martínez llevo a cabo su servicio social en el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Bajo la supervisión y guía del ingeniero Carlos Flores Morales, el alumno se involucró en actividades relacionadas con la microscopía electrónica, específicamente en las técnicas de Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM).

## **Descripción de Actividades:**

Durante su participación en el servicio social, el alumno se sumergió en la teoría y la práctica de las técnicas de microscopía mencionadas anteriormente, así como también en la impartición de cursos básicos acerca de la microscopía a alumnos de bachillerato. Su principal enfoque fue en la microscopía electrónica, que permite la observación y caracterización de muestras a escalas nanométricas y submicrométricas.

A continuación, se describen con más detalle cada una de las actividades realizadas en orden cronológico:

### **Microscopía de Fuerza Atómica (AFM)**

Marca: JEOL

Modelo: JSPM-4210

La primera capacitación dentro del servicio social al alumno en el mes de enero fue entorno al Microscopio de Fuerza Atómica. El Microscopio de Fuerza Atómica (AFM, por sus siglas en inglés Atomic Force Microscope) es un instrumento mecano-óptico capaz de detectar fuerzas del orden manométrico y realizar estudios superficiales de diferentes materiales, como se muestra en la figura 1.

Los materiales en los que se puede utilizar son: cerámicos, metales, polímeros, materiales magnéticos, muestras orgánicas previamente preparadas.



Figura 1: Microscopio de fuerza atómica marca JEOL. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023).

#### **Para la muestra:**

- No es necesario que los materiales sean conductores.
- Solo se realizan estudios de muestras libres de humedad.
- Las áreas de análisis son muy pequeñas del orden de 25 micras, 10 micra, 1 micra nanómetros y si la muestra es muy lisa se puede realizar estudios a nivel atómico.
- En algunas muestras se utiliza un recubrimiento de cobre u oro para volverlos conductores,

#### **Especificaciones de la muestra:**

Menor a 3 centímetros de diámetro y no mayor a 0.5 centímetros de espesor.

#### **Las técnicas de trabajo son:**

- Contacto.
- No contacto.
- Contacto intermitente (Tapping).
- Fuerza magnética.
- Tunelamiento.
- Resolución atómica.

Bajo la guía del Ingeniero Carlos Flores Morales, se realizaron diversas preparaciones de muestras. Además, durante la estancia dentro del IIM una de las actividades a realizarse fue el escaneo de muestras para los alumnos del propio instituto, en los que se buscaba obtener imágenes lo más nítidas posibles para que se pudiera obtener información de:

- La Tipografía: ayuda a saber que tan rugosa es la superficie de su muestra, además del tamaño de partícula, ya que, al visualizar una escala atómica, se pueden conocer las características que puede tener el material.

En la mayoría de las ocasiones los alumnos al ya traer preparadas sus muestras, se realizaban únicamente su montaje en el porta muestras de la siguiente forma:

- Se toma un pedazo de cinta adhesiva de carbón y se pega en el porta muestras, después se toma con cuidado la muestra con unas pinzas para evitar contaminarla y se coloca sobre la cinta y se presiona un poco para evitar que se despegue.

Lo siguiente es retirar la cámara del microscopio y abrirlo para poder colocar la muestra. La muestra se coloca en el lugar correspondiente y se procede a cerrar el microscopio y volver a colocar la cámara.

La información obtenida ayudo a la realización de los trabajos de investigación de maestría o doctorado.

Otra de las actividades fue la preparación de muestras sencillas y el montaje de estas en el microscopio ATM NANOSURF. Como se muestra en la Figura 2.

1. Para la preparación de muestras (en este caso eran polímeros) lo que se hizo fue con un pedacito de cinta adhesiva se pasó sobre la superficie para retirar todas las pequeñas partículas que esta pudiera tener, ya que, si no se retiran, pueden salir imágenes alteradas.
2. Para el montaje de estas lo primero que se hace es tener la muestra lista, como siguiente paso se toma un porta muestras del microscopio, después se toma un pedazo de cinta adhesiva de carbón y pega en el porta muestras, ahora se toma con cuidado la muestra con unas pinzas para evitar contaminarla y se coloca sobre la cinta y se presiona un poco para evitar que se despegue.

Lo siguiente es retirar la cámara del microscopio y abrirlo para poder colocar la muestra. La muestra se coloca en el lugar correspondiente y se procede a cerrar el microscopio y volver a colocar la cámara.

Otra actividad fue realizar la explicación del funcionamiento del microscopio a alumnos de diferentes planteles educativos, además de alumnos de algunas facultades y prepas de CU en el evento “Puertas abiertas 2023”. En este evento se explicó el principio por el cual funciona el microscopio ATM, que es por medio de las fuerzas de Van der Waals.

Además de participar en los eventos que allí se llevaron a cabo.

A continuación, en la Figuras 3 y 4 se muestran restos de momia y bacterias bucales respectivamente



Figura 2: Microscopio de fuerza atómica (NaioAFM) marca Nanosurf. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023).

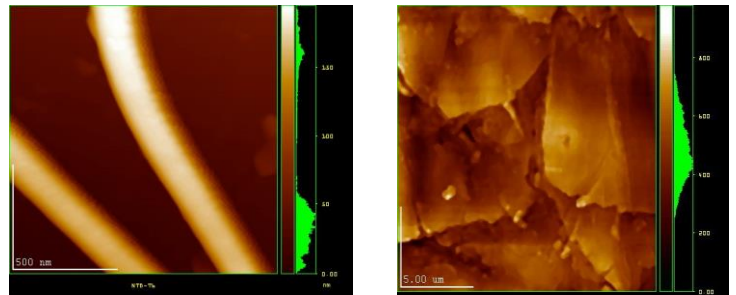


Figura 3: Cabello de momia. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023).

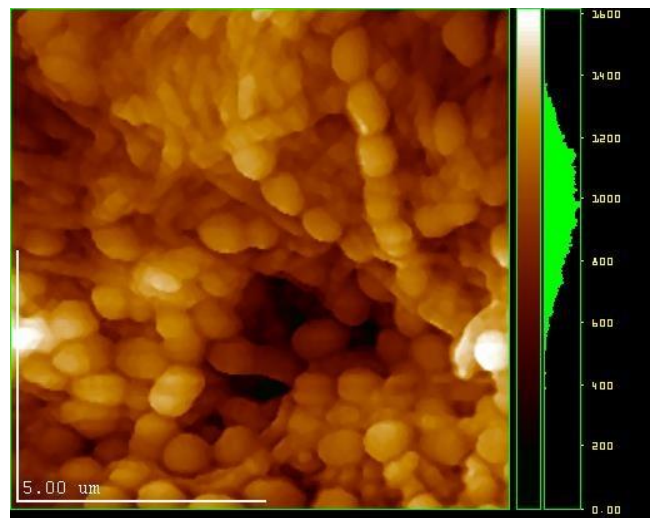


Figura 4: Bacterias bucales. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023)

## Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

Marca: JEOL

Modelo: JSM-T20

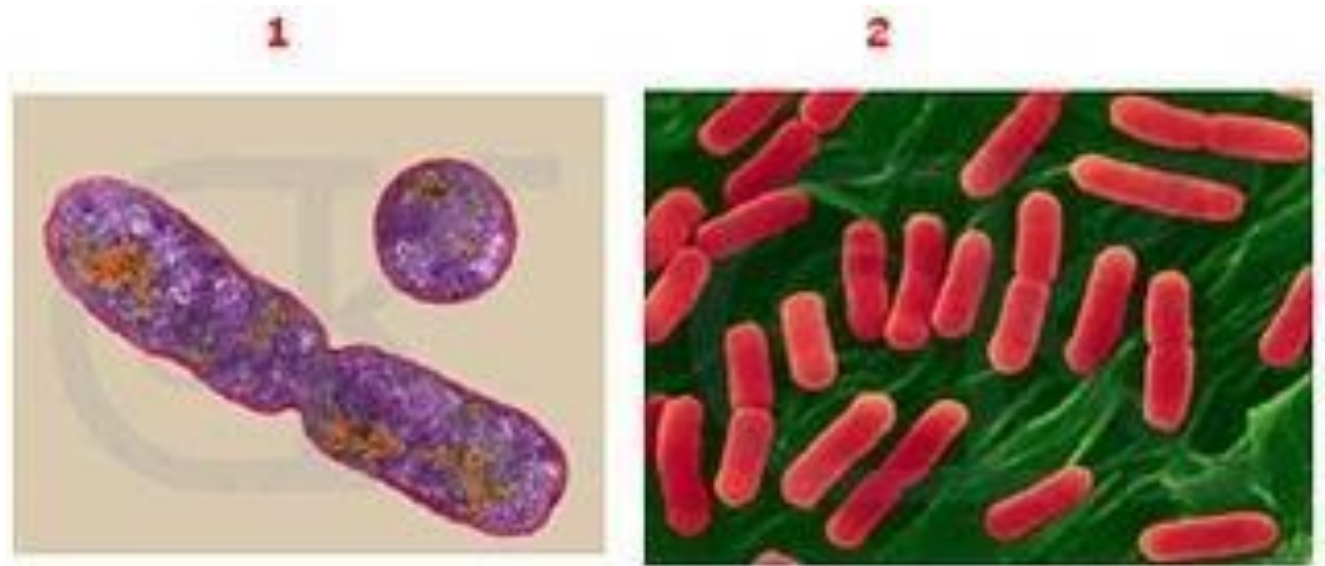
El alumno se familiarizó con el funcionamiento del Microscopio Electrónico de Barrido (SEM, por sus siglas en inglés Scanning Electron Microscope) como parte de su servicio social en el mes de febrero, comprendiendo el funcionamiento y manipulación del equipo. El SEM es aquel que utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. También produce imágenes de alta resolución, que significa que características espacialmente cercanas en la muestra pueden ser examinadas a una alta magnificación. La preparación de las muestras es relativamente fácil pues la mayoría de SEMs sólo requieren que estas sean conductoras.

En el microscopio electrónico de barrido la muestra generalmente es recubierta con una capa de carbón o una capa delgada de un metal como el oro para darle propiedades conductoras a la muestra. Posteriormente es barrida con los electrones acelerados que viajan a través del cañón. Un detector mide la cantidad de electrones enviados que arroja la intensidad de la zona de muestra, siendo capaz de mostrar figuras en tres dimensiones, proyectados en una imagen de TV o una imagen digital, también puede emplearse para realizar análisis de composición química y determinar la distribución elemental de la muestra mediante detectores de rayos X de energía dispersiva (EDS). Esta técnica se aplica en diversas áreas científicas y tecnológicas, como investigación en ciencia de materiales, biología celular, geología, nanotecnología, entre otras. El SEM ha sido esencial para avanzar en la comprensión y caracterización de estructuras y propiedades de distintas muestras a escalas muy pequeñas.

En este caso, las actividades realizadas dentro del microscopio de barrido, además de nuevamente seguir los lineamientos vistos para la preparación de muestras se realizó la observación, análisis y toma de fotografías digitales de diversas muestras biológicas y no biológicas en la gama de los nanómetros. Esta etapa incluyó también el ajuste de los

diferentes parámetros dentro del software del microscopio para obtener siempre la mejor resolución y observación de las muestras.

Estas actividades ayudaron al estudio morfológico y topográfico de los diferentes trabajos de investigación de los alumnos de maestría y doctorado del IIM, con el objetivo de identificar texturas y formas diferentes en los patrones de cada muestra. En las Figuras 5 y 6 se muestran diferentes organismos biológicos observados en la práctica.



Figuras 5 y 6: Bacterias formadas en prótesis dentales. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023).

## **Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM)**

Marca: JEOL

Modelo: JEM 1200 EX

En el mes de abril el alumno como parte de su servicio, recibió capacitación acerca del funcionamiento del Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM, por sus siglas en inglés Transmission Electron Microscope) aprendieron sobre la preparación de muestras ultrafinas para su análisis en el TEM, la operación del equipo y la interpretación de los resultados obtenidos. El TEM es una técnica que permite obtener imágenes detalladas de la estructura interna de las muestras a nivel atómico.





Figura 7: Microscopio electrónico de transmisión marca JEOL. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023)

En el TEM, (Figura 7) es un haz de electrones altamente energéticos se enfoca a través de una muestra delgada, generalmente en forma de una lámina ultradelgada. A medida que los electrones atraviesan la muestra, interactúan con átomos y estructuras internas, generando diversas señales como electrones transmitidos (que forman la imagen), electrones dispersados, electrones retro dispersados y rayos X característicos. Los electrones transmitidos que atraviesan la muestra se recopilan y utilizan para crear una imagen detallada de su estructura interna. Lentes electromagnéticas enfocan los electrones transmitidos para formar la imagen en una pantalla o cámara.

La microscopía electrónica de transmisión es especialmente útil para estudiar materiales con estructuras complejas a escala nanométrica, como nanomateriales, materiales biológicos, polímeros y cerámicos. Ha sido esencial en diversos campos como ciencia de materiales, biología molecular, nanotecnología y caracterización de materiales industriales.

En esta área la preparación inicial de muestras incluye una especial atención a su ancho, puesto que a diferencia de las demás, estas debían de ser extremadamente finas para dejar trabajar a los rayos del microscopio. Junto con esto, se observó y analizó los diferentes cambios en los parámetros del equipo, dependiendo de las muestras a trabajar/analizar.

La observación y análisis hechos en el equipo permitieron explorar de manera atómica diversas muestras biológicas y no biológicas, buscando encontrar los cambios realizados en estas imposibles de observar en cualquier otro de los equipos previos. Por lo que las



prácticas en el TEM representaron el último paso en los trabajos de maestría y doctorado en donde el alumno ayudó a dar seguimiento.

En la Figura 8 se muestra la diferencia del funcionamiento del SEM y el TEM.

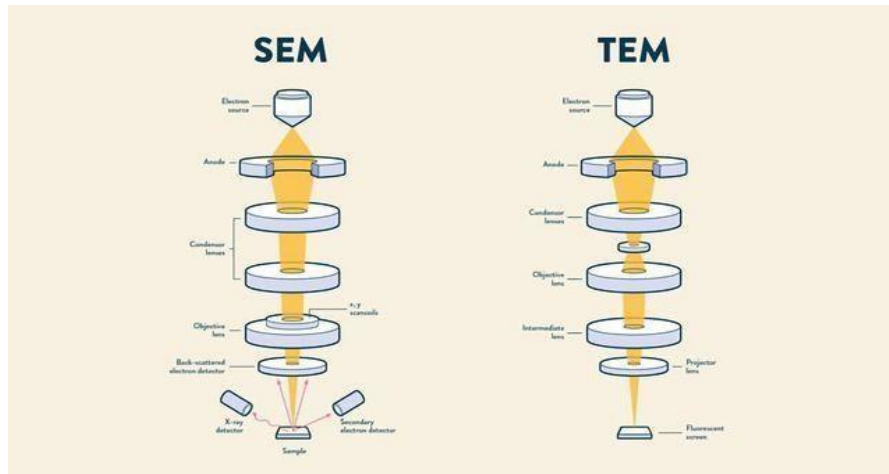


Figura 8: Funcionamiento de los microscopios SEM y TEM. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2023).

### Impartición de cursos

Durante el último mes de servicio social (junio) el alumno colaboró en la impartición de pláticas y cursos a cerca del funcionamiento de los principales equipos del instituto previamente ya estudiados, además de las diferentes áreas de oportunidad y estudio presentes en el campo de la microscopia en territorio mexicano, a diferentes grupos de alumnos pertenecientes al nivel de bachillerato. Con el objetivo de conocer las diferentes partes y funciones que cada equipo tiene. Estas pláticas tuvieron lugar en 2 eventos diferentes dentro de las instalaciones del instituto, siendo el día de visitas por parte de diferentes instituciones educativas y el día de “Puertas Abiertas” dentro del mes de junio del año 2023.

## **Conclusiones**

El servicio social llevado a cabo en el Instituto en Materiales de la UNAM bajo la tutela del ingeniero Carlos Flores Morales en el área de microscopía electrónica consolidó los conocimientos teóricos y prácticos del estudiante, principalmente en el manejo y operación de equipos de vanguardia y alta gama, además de la interpretación y manejo de diversos datos numéricos.

La participación directa en la operación de equipos de alta tecnología como el AFM, SEM y TEM, permitió al estudiante enlazar sus conocimientos en diseño industrial e investigación a través del desarrollo de habilidades técnicas más avanzadas, ofreciendo una mayor perspectiva en el uso de maquinaria de vanguardia dentro de los diferentes procesos industriales al momento de diseñar cualquier objeto. Además del uso, manipulación e interpretación de diferentes datos paramétricos en materia de investigación, consolidando la comprensión del estudiante en la importancia del uso de estos datos.

La comunicación y colaboración efectiva en todo momento enfatizaron la importancia del buen trabajo en equipo en cualquier entorno de diseño o investigación, convirtiéndose en un activo clave para la correcta práctica y realización del diseño industrial. En esta ocasión el alumno pudo vivir la experiencia de trabajar con diferentes profesionales de otras áreas de conocimiento como lo son ingenieros químicos, mecánicos, metalúrgicos, biólogos, químicos entre otras; observando la manera en la que el diseño convive y trabaja con estas diferentes áreas. El extenso proceso de análisis morfológico de las estructuras externas e internas de los diferentes materiales a nivel nanométrico y a veces atómico permite una mejor toma de decisiones al seleccionar materiales específicos dentro del diseño, considerando no únicamente sus propiedades mecánicas, sino también sus características a niveles micro, nano y atómico. Traduciéndose en diseños más precisos y adaptados, enriqueciendo la integración de las características más específicas de cada material en materia de sustentabilidad e innovación, pudiendo identificar mejorar las implicaciones que tiene cada material en el medio ambiente, haciendo del diseño una práctica más responsable por parte del alumno.

Las lecciones aprendidas y la visión ganada cambian y sintetizan la formación del estudiante hacia una práctica mejor y más completa del diseño industrial, juntando la innovación, la estética, la investigación y el trabajo en equipo con diferentes profesionales de otras áreas, creando una base sólida y completa sobre el diseño industrial, abriendo la puerta en la intersección entre el diseño, la ciencia, el arte y la multidisciplinariedad dando como resultado soluciones más completas a los diferentes problemas actuales.

### **Referencias**

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Microscopio de Fuerza Atómica Marca JEOL (Figura 1).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Microscopio de Fuerza Atómica NaioAFM, Marca Nanosurf. (Figura 2).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Cabello de momia (Figura 3).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Bacterias bucales (Figura 4).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Bacterias formadas en prótesis dentales (Figura 5).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Bacterias formadas en prótesis dentales (Figura 6).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Microscopio de Electrónico De Transmisión Marca JEOL (Figura 7).

Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. (2023). Funcionamiento de los microscopios SEM y TEM (Figura 8).