



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura			Clave de la UA
Tópicos de Microscopía Electrónica			IB111
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Escolarizada	Curso/taller	Optativa abierta	8
UA de pre-requisito	UA simultaneo	UA posteriores	
Posterior a 200 créditos	No aplica	No aplica	
Horas totales de teoría	Horas totales de práctica	Horas totales del curso	
40	40	80	
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Licenciatura en Ciencia de Materiales		Estructura y composición	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Física		Ciencia de Materiales	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
Dr. Lorenzo Gildo Ortiz		03/agosto/2020	

M.A. Santana A.
Dyga HR

Oscar Ceballos S



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

Presentación

Esta unidad de aprendizaje provee los conocimientos teóricos y prácticos de las técnicas de microscopía electrónica. Se abordan los conceptos, aplicaciones, tratamiento de muestra, instrumentación, procesamiento de imágenes y adquisición y procesamiento de datos. Las técnicas de microscopía electrónica son técnicas avanzadas que complementan la caracterización de materiales.

Relación con el perfil

Modular

Tópicos de microscopía electrónica se relaciona con el módulo de Estructura y Composición al profundizar en el conocimiento y habilidades de la microscopía electrónica. Estas técnicas son herramientas que el alumno puede utilizar para conocer la microestructura de los materiales, morfología, composición química superficial, ordenamiento atómico y estructura interna.

De egreso

La unidad de aprendizaje de Tópicos de Microscopía electrónica proporciona al egresado herramientas avanzadas de caracterización para apoyar el diseño y desarrollo de metodologías para innovar productos y procesos de diversos materiales. El conocimiento y uso de estas técnicas abonará en la toma de decisiones en la industria / investigación concernientes a la relación estructura – propiedades de los materiales.

Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

Transversales

- Aplica métodos de caracterización para la determinación de la estructura y composición de los materiales.
- Identifica y determina la estructura y composición de materiales.
- Propone innovaciones para generar productos de impacto tecnológico y social mediante el desarrollo y modificación de materiales.

Genéricas

- Comprende los fundamentos teóricos y prácticos de microscopía electrónica para la caracterización de materiales.
- Prepara muestras para su análisis en los microscopios electrónicos.
- Interpreta resultados de caracterización usando técnicas de microscopía electrónica.
- Procesa imágenes de microscopía electrónica usando software especializado.

Profesionales

- Diseña, desarrolla y evalúa metodologías para innovar procesos en el campo de la industria de la transformación de materiales de manera sustentable y eficiente.

Saberes involucrados en la UA o Asignatura

Saber (conocimientos)

- Teoría de microscopía electrónica.
- Tipos de microscopios electrónicos.
- Métodos de preparación de muestra.
- Métodos de procesamiento de imágenes.
- Adquisición y procesamiento de datos.

Saber hacer (habilidades)

- Preparación de muestras para su análisis por microscopía electrónica.
- Procesamiento de imágenes usando programas especializados de cómputo.
- Interpretación de resultados obtenidos en un análisis de microscopía electrónica.

Saber ser (actitudes y valores)

- Muestra confianza en sí mismo en la interpretación de los resultados y su presentación a otros.
- Respeta y discute las propuestas de sus pares.
- Realiza sus actividades con orden, calidad y limpieza.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Honestidad en el desarrollo de sus trabajos.
- Compromiso con la sociedad y el medio ambiente. para elegir y desarrollar métodos sustentables de preparación de muestra y análisis.

Producto Integrador Final de la UA o Asignatura



Título del Producto: Caracterización de materiales usando microscopía electrónica

Objetivo: Desarrollar una investigación teórica – experimental para que el estudiante aplique e integre las técnicas de microscopía electrónica en su versión de barrido y de transmisión que le permitan caracterizar la forma y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna de un material.

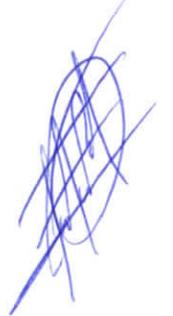
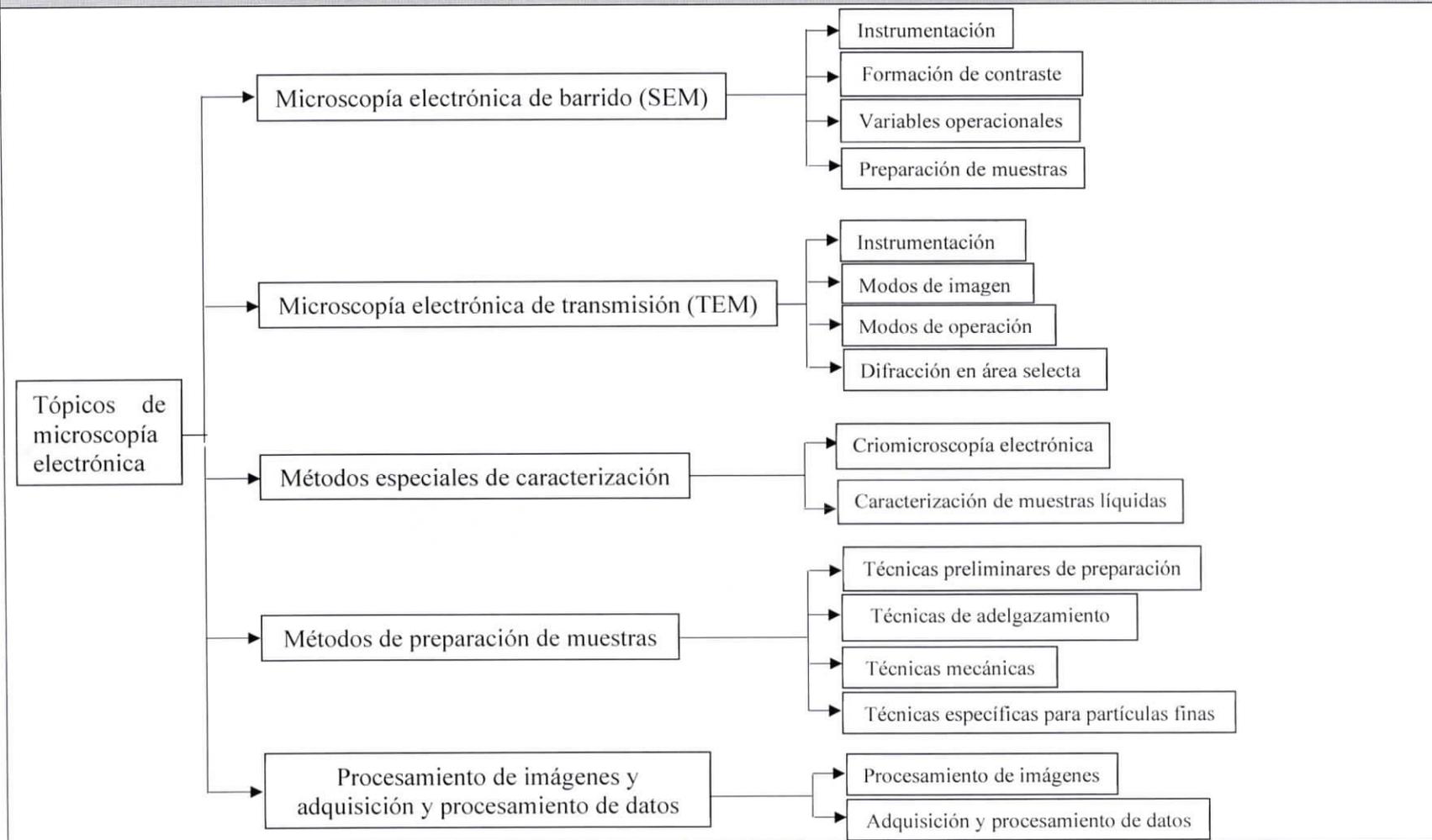
Descripción: El estudiante podrá proponer y desarrollar un proyecto sobre caracterización de un material para analizar la forma y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna. El proyecto implica la propuesta de un material de interés por cada estudiante, ya sea que lo tenga sintetizado de algún proyecto académico o se le podrá facilitar algún compuesto como modelo de estudio. El estudiante realizará una investigación documental de ese material y posteriormente lo analizará en el laboratorio de microscopía electrónica. En este proceso se obtendrán imágenes y datos que deberán procesarse e interpretarse. El proyecto debe ser escrito con las siguientes características:

1. Título del proyecto: Debe ser conciso y descriptivo del material de estudio en particular y la metodología.
2. Nombre del estudiante y adscripción.
3. Resumen. Se debe incluir un resumen (máximo 200 palabras) del contenido de su trabajo.
4. Introducción. El estudiante hará una revisión de la literatura de ese material de estudio, así como incluir los fundamentos de las técnicas de microscopía electrónica usadas. En ese apartado también debe plantear el objetivo de su trabajo.
5. Experimental: En caso de haber sintetizado el material, se debe describir el método y condiciones de preparación. En este apartado se debe reportar cómo se preparó la muestra para realizar los análisis por microscopía electrónica. Adicionalmente debe describirse la preparación de muestra para su análisis.
6. Resultados y discusión: Se debe describir con detalle los resultados encontrados en su trabajo. En esta sección se incluirán las imágenes y datos obtenidos en los análisis. En particular, el estudiante debe evidenciar su habilidad para analizar la morfología y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna.
7. Conclusiones: Se deben presentar las principales conclusiones de su trabajo resaltando la importancia de usar microscopía electrónica.
8. Bibliografía: Incluir todas las referencias usadas para el desarrollo de su trabajo.

Se recomienda convertir su reporte escrito a formato PDF y enviarlo según lo indique el profesor, por ejemplo: correo electrónico, Classroom o Moddle. Este producto evidenciará que el estudiante conoce y comprende los alcances de las técnicas de microscopía electrónica.



3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA



Handwritten signature in blue ink.

Ag. A. M. A. Santana A.

Handwritten signature in blue ink.

Handwritten signature in blue ink.





4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Objetivo de la unidad temática: Profundizar el conocimiento y habilidades de la técnica de microscopía electrónica de barrido (SEM).

Introducción: En esta unidad temática se abordarán los conocimientos teóricos – prácticos de la técnica de microscopía electrónica de barrido para caracterizar la morfología y composición química superficial de los materiales. Se profundizará en los principios, funcionamiento e instrumentación del equipo de SEM.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
1.1 Instrumentación 1.1.1 Arreglo óptico 1.1.2 Detección de señal 1.1.3 Tamaño de sonda y corriente 1.2 Formación de contraste 1.2.1 Interacciones de electrones con la muestra 1.2.2 Contraste de topografía 1.2.3 Contraste de composición 1.3 Variables operacionales 1.3.1 Distancia de trabajo y tamaño de apertura 1.3.2 Voltaje de aceleración y corriente de sonda 1.3.3 Astigmatismo 1.4 Preparación de muestras 1.4.1 Preparación para análisis topográfico 1.4.2 Preparación para análisis de composición 1.4.3 Deshidratación	Conocimientos: Estructura de un SEM Recorrido óptico Interacción electrones – materia Señales generadas: Electrones secundarios Electrones retrodispersados Rayos X característicos Generación de imágenes Resolución de un SEM Efecto de la distancia de trabajo Efecto del voltaje de aceleración y corriente de sonda Efecto de carga en la superficie de las muestras Recubrimiento conductivo de muestras Deshidratación Leofilización Habilidades: Habilidad para seleccionar condiciones de análisis Preparación de muestras para su análisis Interpretación básica de resultados de SEM	Un reporte experimental del uso de SEM para la caracterización de materiales. Incluirá la teoría y práctica de la técnica en forma de reporte técnico.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
Genera un entorno para la participación de los estudiantes. Presenta la introducción de los temas de la unidad.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Lectura de la bibliografía, toma de notas y planteamiento de preguntas.	-Notas en sus libretas. Temas en plataforma digital.	Plataforma digital (Ej. Classroom). Equipo de cómputo. Papelería simple.		2
Expone algunos de los temas de la unidad temática.	Colabora y participa activamente en la discusión de los temas.	Presentación de Power Point. - Notas físicas. Actividades en plataforma.	Proyector. Plataforma digital. Equipo de cómputo.		2
Promueve y facilita la discusión de los temas entre los estudiantes.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Colabora y participa activamente en la discusión de las ideas.	Foro de discusión. Actividades en plataforma.	Plataforma digital. Equipo de cómputo.		2
Solicita la investigación de algunos de los temas incluidos y complementarios.	Investiga y presenta algunos de los temas relacionados a la unidad temática y/o temas	Resumen del contenido, puede incluir: solución	Libros, artículos de revistas especializadas y		2



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	complementarios de su interés en particular.	de problemas, esquemas, ejemplos, resumen escrito, reporte de conclusiones.	páginas de internet. Papelería simple. Equipo de cómputo.	
Retroalimenta el desempeño de los estudiantes.	Reflexiona sobre la retroalimentación continua proporcionada por el profesor y lo aplica en el desarrollo de los temas posteriores.	Actividad complementaria solicitada por el profesor y/o integración de la retroalimentación en las actividades posteriores.	Fuentes de información. Papelería simple. Equipo de cómputo.	2
Propone ejercicios relacionados a los temas.	Resuelve problemas.	Reporte por escrito.	Papelería simple. Equipo de cómputo. Fuentes de información.	5
Promueve al menos una visita al laboratorio de SEM.	Realiza experimentación usando el equipo de SEM.	Reporte experimental del uso de SEM para la caracterización de materiales. Incluirá la teoría y práctica de la técnica en forma de reporte técnico.	Laboratorio de microscopía electrónica de barrido. Muestras. Materiales para preparar muestra. Consumibles del SEM. Equipo de cómputo.	5

Unidad temática 2: Microscopía electrónica de transmisión (TEM)

Objetivo de la unidad temática: Profundizar el conocimiento y habilidades de la técnica de microscopía electrónica de transmisión (TEM).

Introducción: En esta unidad temática se abordarán los conocimientos teóricos – prácticos de la técnica de microscopía electrónica de transmisión para caracterización de los materiales. Se profundizará en los principios, parámetros fundamentales, funcionamiento e instrumentación del equipo de TEM.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
2.1 Instrumentación 2.1.1 Fuente de electrones 2.1.2 Lentes electromagnéticas 2.1.3 Etapa de la muestra 2.2 Modos de imagen 2.2.1 Contraste de densidad de masa 2.2.2 Contraste de difracción 2.2.3 Contraste de fase 2.3 Modos de operación 2.3.1 Campo claro 2.3.2 Campo oscuro 2.3.3 Alta resolución 2.4.4 Modo STEM 2.4 Difracción en área selecta 2.4.1 Características de difracción de área selecta 2.4.2 Difracción de monocristal 2.4.3 Difracción de policristales	Conocimientos: Estructura de un TEM Recorrido óptico Correlación entre voltaje de aceleración y resolución Estructura de una fuente de electrones Fuente de emisión termoiónica Fuente de emisión de campo Estructura de una lente electromagnética Preparación básica de muestras Arreglo óptico de contraste de densidad de masa Generación de contraste por difracción Microscopía electrónica de transmisión en alta resolución Formación de un patrón de difracción en un TEM Esfera de Ewald Fases cristalinas Habilidades: Interpretación básica de resultados de TEM Indexación de patrones de difracción Identificación de fases cristalinas	Un reporte experimental del uso de TEM para la caracterización de materiales. Incluirá la teoría y práctica de la técnica en forma de reporte técnico.

M.A. Santana A.

[Handwritten signature]

Osca Ceballos S.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Genera un entorno para la participación de los estudiantes. Presenta la introducción de los temas de la unidad.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Lectura de la bibliografía, toma de notas y planteamiento de preguntas.	Notas en sus libretas. Temas en plataforma digital.	Plataforma digital (Ej. Classroom). Equipo de cómputo. Papelería simple.	2
Expone algunos de los temas de la unidad temática.	Colabora y participa activamente en la discusión de los temas.	Presentación de Power Point. Notas físicas. Actividades en plataforma.	Proyector. Plataforma digital. Equipo de cómputo.	2
Promueve y facilita la discusión de los temas entre los estudiantes.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Colabora y participa activamente en la discusión de las ideas.	Foro de discusión. Actividades en plataforma.	Plataforma digital. Equipo de cómputo.	2
Solicita la investigación de algunos de los temas incluidos y complementarios.	Investiga y presenta algunos de los temas relacionados a la unidad temática y/o temas complementarios de su interés en particular.	Resumen del contenido, puede incluir: solución de problemas, esquemas, ejemplos, resumen escrito, reporte de conclusiones.	Libros, artículos de revistas especializadas y páginas de internet. Papelería simple. Equipo de cómputo.	2
Retroalimenta el desempeño de los estudiantes.	Reflexiona sobre la retroalimentación continua proporcionada por el profesor y lo aplica en el desarrollo de los temas posteriores.	Actividad complementaria solicitada por el profesor y/o integración de la retroalimentación en las actividades posteriores.	Fuentes de información. Papelería simple. Equipo de cómputo.	2
Propone ejercicios relacionados a los temas.	Resuelve problemas.	Reporte por escrito.	Papelería simple. Equipo de cómputo. Fuentes de información.	5
Promueve al menos una visita al laboratorio de TEM.	Realiza experimentación usando el equipo de TEM.	Reporte experimental del uso de TEM para la caracterización de materiales. Incluirá la teoría y práctica de la técnica en forma de reporte técnico.	Laboratorio de microscopía electrónica de transmisión. Muestras. Materiales para preparar muestra. Consumibles del SEM. Equipo de cómputo.	5

Unidad temática 3: Modalidades especiales de caracterización

Objetivo de la unidad temática: Conocer y analizar modalidades especiales en microscopía electrónica para la caracterización de materiales

Introducción: En esta unidad temática se tratarán modalidades especiales de caracterización mediante microscopía electrónica. Se incluyen la criomicroscopía electrónica y observación de muestras líquidas. El primero como una herramienta para el estudio de sistemas biológicos complejos y dilucidar estructuras de partículas aisladas; mientras que la caracterización de muestras líquidas permite la observación de nanoobjetos, agregados y aglomerados en muestras líquidas sin condiciones criogénicas. Estas modalidades especiales de caracterización se encuentran en la frontera del conocimiento relacionado al uso de microscopía electrónica.

J. G. P.

M.A. Santana A.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Oscar Ceballos S.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
3.1 Criomicroscopía electrónica 3.1.1 Principios de criomicroscopía electrónica 3.1.2 Preparación de la muestra 3.1.3 Toma de datos 3.2 Caracterización de muestras líquidas 3.2.1 Observación de muestras líquidas sin condiciones criogénicas 3.2.2 Dispositivos adicionales en el TEM para muestras líquidas 3.2.3 Preparación de muestra	Conocimientos: Estructuras moleculares Teoría de microscopía electrónica Tipos de detectores en el TEM Congelación ultrarrápida o vitrificación Sistemas adicionales para observación de muestras líquidas Habilidades: Preparación de muestra Procesamiento de imágenes	Investigación documental sobre las modalidades especiales de caracterización abordando todos los subtemas de la unidad temática.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Coordina el desarrollo y presentación de las modalidades especiales de caracterización por parte de los estudiantes.	Desarrollan y presentan las modalidades especiales de caracterización.	Resumen del tema a desarrollar y presentar.	Presentación en Power Point o similares. Equipo de cómputo. Proyector.	4
Promueve y facilita la discusión de los temas entre los estudiantes.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Colabora y participa activamente en la discusión de las ideas.	Foro de discusión. Actividades en plataforma.	Plataforma digital. Equipo de cómputo.	1
Propone ejercicios relacionados a los temas.	Resuelve problemas.	Reporte por escrito.	Papelería simple. Equipo de cómputo. Fuentes de información.	5

Unidad temática 4: Métodos de preparación de muestras

Objetivo de la unidad temática: Profundizar en los diferentes métodos de preparación de muestras para poder ser analizadas por medio de microscopía electrónica.

Introducción: En esta unidad temática se analizarán los métodos de preparación de muestra para su análisis por microscopía electrónica. Principalmente se abordarán las familias de técnicas de preparación preliminar, adelgazamiento, mecánicas y específicas para partículas finas.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
4.1 Técnicas de preparación preliminar 4.1.1 Aserrado 4.1.2 Corte ultrasónico 4.1.3 Pulido mecánico 4.1.4 Dimpling 4.1.5 Electropulido 4.1.6 Pulido químico 4.1.7 Incrustación 4.1.8 Fijación física y química 4.1.9 Infiltraciones 4.2 Técnicas de adelgazamiento	Conocimientos: Estructura de un TEM Recorrido óptico Correlación entre voltaje de aceleración y resolución Efecto sobre las muestras de los parámetros fundamentales de operación del TEM Conceptos básicos de química, electroquímica y electromecánica Requerimientos de muestras para su análisis por microscopía electrónica	Investigación documental sobre las técnicas de preparación de muestra para microscopía electrónica. Se deberá abordar para cada técnica el principio, modo de operación, variantes, ventajas, limitaciones, técnicas compatibles y riesgos asociados.

[Handwritten signature]

M.A. Santana A.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

4.2.1 Adelgazamiento electrolítico 4.2.2 Adelgazamiento químico 4.2.3 Ion Milling 4.2.4 Haz de iones enfocado (FIB) 4.3 Técnicas mecánicas 4.3.1 Machacamiento (Crushing) 4.3.2 Escisión de cuña (Wedge cleavage) 4.3.3 Pulido (Tripod polishing) 4.3.4 Ultramicrotomía 4.4 Técnicas específicas para partículas finas 4.4.1 Dispersión de materiales en partículas finas 4.4.2 Película hidratada congelada de partículas individuales		Habilidades: Uso de instrumentos básicos de laboratorio Preparación de muestras para su análisis por microscopía electrónica	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y Tiempo destinado
Genera un entorno para la participación de los estudiantes. Presenta la introducción de los temas de la unidad.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Lectura de la bibliografía, toma de notas y planteamiento de preguntas.	Notas en sus libretas. Temas en plataforma digital.	Plataforma digital (Ej. Classroom). Equipo de cómputo. Papelería simple. 2
Expone algunos de los temas de la unidad temática.	Colabora y participa activamente en la discusión de los temas.	Presentación de Power Point. Notas físicas. Actividades en plataforma.	Proyector. Plataforma digital. Equipo de cómputo. 2
Promueve y facilita la discusión de los temas entre los estudiantes.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Colabora y participa activamente en la discusión de las ideas.	Foro de discusión. Actividades en plataforma.	Plataforma digital. Equipo de cómputo. 2
Solicita la investigación de algunos de los temas incluidos y complementarios.	Investiga y presenta algunos de los temas relacionados a la unidad temática y/o temas complementarios de su interés en particular.	Resumen del contenido, puede incluir: solución de problemas, esquemas, ejemplos, resumen escrito, reporte de conclusiones.	Libros, artículos de revistas especializadas y páginas de internet. Papelería simple. Equipo de cómputo. 2
Retroalimenta el desempeño de los estudiantes.	Reflexiona sobre la retroalimentación continua proporcionada por el profesor y lo aplica en el desarrollo de los temas posteriores.	Actividad complementaria solicitada por el profesor y/o integración de la retroalimentación en las actividades posteriores.	Fuentes de información. Papelería simple. Equipo de cómputo. 2
Promueve el trabajo práctico en laboratorio preparando muestras por distintas técnicas.	Prepara muestras en laboratorio usando diferentes técnicas revisadas en la unidad temática.	Reporte de preparación de muestras.	Laboratorio para prácticas experimentales. Muestras. Materiales para preparar muestra. Equipo de cómputo. 5

M. A. Santana A.

Oscar Carlos S.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Propone ejercicios relacionados a los temas.	Resuelve problemas.	Reporte por escrito.	Papelería simple. Equipo de cómputo. Fuentes de información.	5
--	---------------------	----------------------	--	---

Unidad temática 5: Procesamiento de imágenes y adquisición y procesamiento de datos

Objetivo de la unidad temática: Interpretar resultados de microscopía electrónica mediante el uso de métodos de procesamiento de imágenes y adquisición y procesamiento de datos

Introducción: Se abordará la interpretación de resultados obtenidos en las mediciones de microscopía electrónica. Para ello se aprenderá el uso de programas de cómputo para procesar imágenes, así como la adquisición, procesamiento y presentación de los datos obtenidos de un análisis de microscopía electrónica.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática		
5.1 Procesamiento de imágenes 5.1.1 Programas de cómputo para procesar imágenes 5.2 Adquisición y procesamiento de datos 5.2.1 Programas de cómputo para adquirir y procesar datos 5.2.2 Interpretación de datos de microscopía electrónica	Conocimientos: Teoría de microscopía electrónica Estadística Habilidades: Uso de programas especializados de adquisición y procesamiento de datos e imágenes Aplicación de filtros Suavizado de imágenes Medición de distancias interplanares Determinación de estadística de mediciones de partículas Interpretación de imágenes de TEM en alta resolución Ampliación de zonas específicas en imágenes Indexación de patrones de difracción de electrones Determinación de estructuras Presentación correcta de resultados de microscopía electrónica	Un reporte escrito de interpretación de resultados de microscopía electrónica a partir de imágenes y datos experimentales.		
Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Genera un entorno para la participación de los estudiantes. Presenta el uso de distintos programas de cómputo relacionados al contenido de la unidad temática.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Lectura de la bibliografía, toma de notas y planteamiento de preguntas.	Notas en sus libretas. Temas en plataforma digital.	Plataforma digital (Ej. Classroom). Equipo de cómputo. Papelería simple.	4
Promueve y facilita la discusión entre los estudiantes.	Expone sus opiniones, dudas y propuestas. Colabora y participa activamente en la discusión de las ideas.	Foro de discusión. Actividades en plataforma.	Plataforma digital. Equipo de cómputo.	1
Propone ejercicios relacionados a la unidad temática.	Resuelve problemas.	Reporte por escrito.	Equipo y programas de cómputo. Fuentes de información.	5

Agot
M.A. Santana A.

Oscar Ceballos S.



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Requerimientos de acreditación:

Se aplicará lo establecido en los artículos 5, 20, 25 y 27 del Reglamento General de Evaluación y Promoción de Estudiantes de la Universidad de Guadalajara:

El resultado final de las evaluaciones será expresado conforme a la escala de calificaciones centesimal de 0 a 100, en números enteros, considerando como mínima aprobatoria la calificación de 60.

Para que el estudiante tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario se requiere:

Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente, y tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso.

La evaluación en periodo extraordinario se calificará atendiendo a los siguientes criterios:

La calificación obtenida en periodo extraordinario tendrá una ponderación del 80% para la calificación final

La calificación obtenida por el estudiante durante el periodo ordinario tendrá una ponderación del 40% para la calificación en periodo extraordinario, y

La calificación final para la evaluación en periodo extraordinario será la que resulte de la suma de los puntos obtenidos en las fracciones anteriores

Para que el estudiante tenga derecho al registro de la calificación en el periodo extraordinario, se requiere:

Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente.

Haber pagado el arancel y presentar el comprobante correspondiente

Tener un mínimo de asistencia del 65% a clases y actividades registradas durante el curso.

Así mismo, el alumno deberá evidenciar el aprendizaje necesario para aprobar la asignatura, mismos que están definidos en los criterios de evaluación.

Criterios generales de evaluación:

El estudiante estará sujeto a la evaluación del desempeño académico, cuyo fin es comprobar sus conocimientos y habilidades adquiridas durante el ciclo escolar.

Para aprobar la asignatura es necesario que el alumno obtenga por lo menos una calificación de 60 (sesenta) y cumplir con las asistencias según el reglamento de la institución. Los productos para la evaluación incluyen reportes de los trabajos realizados por los estudiantes, exámenes para evaluar los conocimientos generales y un trabajo final que integre teoría y práctica sobre la caracterización de materiales mediante microscopía electrónica. Todo reporte debe reflejar excelencia académica en presentación, estructura y contenido.

Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Reportes por escrito de las actividades donde el estudiante demuestre capacidad de investigación y resolución de problemas relacionado a microscopía electrónica de barrido, transmisión, preparación de muestra, adquisición y procesamiento de datos e imágenes.	Conocimientos: Estructura de un microscopio electrónico Recorrido óptico Interacción electrones – materia Generación de imágenes Efecto de la distancia de trabajo Efecto del voltaje de aceleración y corriente de sonda Efecto de carga en la superficie de las muestras Estructura de una fuente de electrones Fuente de emisión termoiónica	Microscopía electrónica de barrido: Instrumentación Formación de contraste Variables operacionales Preparación de muestras Microscopía electrónica de transmisión Instrumentación Modos de imagen Modos de operación Difracción en área selecta	20%



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>Fuente de emisión de campo Estructura de una lente electromagnética Arreglo óptico de contraste de densidad de masa Generación de contraste por difracción Microscopía electrónica de transmisión en alta resolución Formación de un patrón de difracción en un TEM Técnicas de preparación de muestras Estadística</p> <p>Habilidades Habilidad para seleccionar condiciones de análisis Interpretación de resultados de microscopía electrónica: procesamiento de datos e imágenes Indexación de patrones de difracción Identificación de fases cristalinas Preparación de muestras Uso de programas especializados de adquisición y procesamiento de datos e imágenes Presentación correcta de resultados de microscopía electrónica</p>	<p>Métodos de preparación de muestras: Técnicas de preparación preliminar Técnicas de adelgazamiento Técnicas mecánicas Técnicas específicas para partículas finas</p> <p>Modalidades especiales de caracterización: Criomicroscopía electrónica Caracterización de muestras líquida</p> <p>Procesamiento de imágenes y adquisición y procesamiento de datos: Procesamiento de imágenes Adquisición y procesamiento de datos</p>	
<p>Productos de aprendizaje de cada una de las cinco unidades temáticas</p>	<p>Conocimientos: Estructura de un microscopio electrónico Recorrido óptico Interacción electrones – materia Generación de imágenes Efecto de la distancia de trabajo Efecto del voltaje de aceleración y corriente de sonda Efecto de carga en la superficie de las muestras Estructura de una fuente de electrones Fuente de emisión termoiónica Fuente de emisión de campo Estructura de una lente electromagnética Arreglo óptico de contraste de densidad de masa Generación de contraste por difracción Microscopía electrónica de transmisión en alta resolución Formación de un patrón de difracción en un TEM Técnicas de preparación de muestras Estadística</p> <p>Habilidades Habilidad para seleccionar condiciones de análisis Interpretación de resultados de microscopía electrónica: procesamiento de datos e imágenes Indexación de patrones de difracción Identificación de fases cristalinas</p>	<p>Microscopía electrónica de barrido: Instrumentación Formación de contraste Variables operacionales Preparación de muestras</p> <p>Microscopía electrónica de transmisión Instrumentación Modos de imagen Modos de operación Difracción en área selecta</p> <p>Métodos de preparación de muestras: Técnicas de preparación preliminar Técnicas de adelgazamiento Técnicas mecánicas Técnicas específicas para partículas finas</p> <p>Modalidades especiales de caracterización: Criomicroscopía electrónica Caracterización de muestras líquida</p> <p>Procesamiento de imágenes y adquisición y procesamiento de datos: Procesamiento de imágenes</p>	<p>20%</p>

M. A. Santana A.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Oscar Ceballos S.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	Preparación de muestras Uso de programas especializados de adquisición y procesamiento de datos e imágenes Presentación correcta de resultados de microscopía electrónica	Adquisición y procesamiento de datos	
Reportes de la exposiciones realizadas por los estudiantes.	Conocimientos: Estructura y funcionamiento de un microscopio electrónico Tipos de detectores en el TEM Criomicroscopía electrónica Congelación ultrarrápida o vitrificación Sistemas adicionales para observación de muestras líquidas	Modalidades especiales de caracterización Criomicroscopía electrónica Caracterización de muestras líquida	20%

Producto Integrador Final

Descripción		Evaluación	
Título: Caracterización de materiales usando microscopía electrónica.		Criterios de fondo: Los estudiantes deberán demostrar conocimiento teórico - práctico sobre microscopía electrónica, de tal forma que tengan la habilidad de realizar una caracterización detallada usando estas técnicas de caracterización avanzada de materiales.	Ponderación
<p>Objetivo: Desarrollar una investigación teórica – experimental para que el estudiante aplique e integre las técnicas de microscopía electrónica en su versión de barrido y de transmisión que le permitan caracterizar la forma y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna de un material.</p> <p>Caracterización: El estudiante podrá proponer y desarrollar un proyecto sobre caracterización de un material para analizar la forma y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna. El proyecto implica la propuesta de un material de interés por cada estudiante, ya sea que lo tenga sintetizado de algún proyecto académico o se le podrá facilitar algún compuesto como modelo de estudio. El estudiante realizará una investigación documental de ese material y posteriormente lo analizará en el laboratorio de microscopía electrónica. En este proceso se obtendrán imágenes y datos que deberán procesarse e interpretarse. El proyecto debe ser escrito con las siguientes características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Título del proyecto: Debe ser conciso y descriptivo del material de estudio en particular y la metodología. 2. Nombre del estudiante y adscripción. 3. Resumen. Se debe incluir un resumen (máximo 200 palabras) del contenido de su trabajo. 4. Introducción. El estudiante hará una revisión de la literatura de ese material de estudio, así como incluir los fundamentos de las técnicas de microscopía electrónica usadas. En ese apartado también debe plantear el objetivo de su trabajo. 5. Experimental: En caso de haber sintetizado el material, se debe describir el método y condiciones de preparación. En este apartado se debe reportar cómo se preparó la muestra para realizar los análisis por microscopía electrónica. Adicionalmente debe describirse la preparación de muestra para su análisis. 6. Resultados y discusión: Se debe describir con detalle los resultados encontrados en su trabajo. En esta sección se incluirán las imágenes y datos obtenidos en los análisis. En particular, el estudiante debe evidenciar su habilidad para analizar la morfología y tamaño de partícula, composición elemental y estructura interna. 		<p>Criterios de forma: Como se menciona en la Caracterización del Producto, deberá entregarse un reporte por escrito de la investigación realizada por los estudiantes. El reporte deberá tener la siguiente estructura:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Título del proyecto 2. Nombre del estudiante y adscripción. 3. Resumen 4. Introducción 5. Procedimiento experimental 6. Resultados y discusión 7. Conclusiones 8. Bibliografía <p>La descripción de cada sección se menciona en la parte de Caracterización.</p> <p>Resultados a reportar:</p>	30%

M.A. Santana A.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Oscar Ceballos S.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>7. Conclusiones: Se deben presentar las principales conclusiones de su trabajo resaltando la importancia de usar microscopía electrónica.</p> <p>8. Bibliografía: Incluir todas las referencias usadas para el desarrollo de su trabajo. Se recomienda convertir su reporte escrito a formato PDF y enviarlo según lo indique el profesor, por ejemplo: correo electrónico, Classroom o Moodle. Este producto evidenciará que el estudiante conoce y comprende los alcances de las técnicas de microscopía electrónica.</p>	<p>En el reporte debe ser incluido y descrito imágenes y datos adquiridos y procesados, así como figuras y diagramas con una adecuada interpretación. Como se menciona en la Caracterización del Producto, deberá entregarse un reporte por escrito de la investigación realizada por los estudiantes. El reporte deberá tener la siguiente estructura:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Título del proyecto 2. Nombre del estudiante y adscripción. 3. Resumen 4. Introducción 5. Procedimiento experimental 6. Resultados y discusión 7. Conclusiones 8. Bibliografía <p>La descripción de cada sección se menciona en la parte de Caracterización.</p> <p>El reporte debe reflejar una alta calidad académica por parte de los estudiantes. Se espera una buena redacción, ortografía, ideas claras y orden lógico de ellas, así como homogeneidad en la presentación de los gráficos, diagramas y micrografías.</p>	
--	--	--

Otros criterios		
Criterio	Descripción	Ponderación
Exámenes	Exámenes para evaluar los conocimientos generales de los alumnos	10%

M.A. Santana A.

Oscar Ceballos S.



6. REFERENCIAS Y APOYOS

Referencias bibliográficas

Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)
Brandon, D. G.	2008	Microstructural Characterization of Materials	Wiley	Biblioteca central del CUCEI. Número de sistema 000322965
Williams, David Bernard	1996	Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science	Plenum Press	Biblioteca central del CUCEI. Clasif. TA417.23.W56 1996
Ayache, Jeanne. <i>et al.</i>	2010	Sample preparation handbook for transmission electron microscopy	Springer	

Referencias complementarias

Brundle, Richard; Evans, Charles; Wilson, Shaun	1992	Encyclopedia of Materials Characterization	Butterworth-Heinemann	
Leng, Y.	2008	Materials characterization. Introduction to microscopic and spectroscopic methods	John Wiley and Sons	

Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

Unidad temática 1:

- Kazmiruk, Viacheslav. Scanning electron microscopy. 2012. Intech

Unidad temática 2:

Khan, Maaz. The transmission electron microscope. 2012. InTech.

Unidad temática 3:

- Bai, XC, McMullan G, Scheres, SHW (2015) How cryo-EM is revolutionizing structural biology TIBS 40, 49-57.
- Fernández Leiro R, Scheres SHW (2016). Unravelling biological macromolecules with cryo-electron microscopy. Nature 537, 339-46.
- Frank J (2016). Advances in the field of single-particle cryo-electron microscopy over the last decade. Nat. Protocol 12, 209-12.
- Nogales E (2016). The development of cryo-EM into a mainstream structural biology technique. Nat. Meth.13, 24-7.

Unidad temática 4:

- Echlin, Patrick. Handbook of sample preparation for scanning electron microscopy and X-Ray microanalysis. 2009. Springer.

Unidad temática 5:

- Programas de cómputo como Digital Micrograph - Gatan, Adobe Photoshop, Leica microsystems, y/o a criterio del profesor.

Reyes AH
M. A. Santana A.

[Handwritten signatures]
Oscaer Caballero S.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]