



DIRECTORIO

Mtro. Aurelio Nuño Mayer

Secretario de Educación Pública

Dr. Salvador Jara Guerrero

Subsecretario de Educación Superior

Mtro. Héctor Arreola Soria

Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas



PÁGINA LEGAL

Participantes

M. en C. José Antonio Juanico Lorán - Universidad Politécnica del Valle de México.

M. en T. A. Jesús Antonio Fuentes García - Universidad Politécnica del Valle de México.

M. en T. A. Ricardo Cisneros Tamayo - Universidad Politécnica del Valle de México.

Dr. Carlos Alberto Camacho Olgúin - Universidad Politécnica del Valle de México.

Primera Edición: 2016

DR © 2016 Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas.

Número de registro: CGUTyP-2016-UPVM

Ciudad de México, México.

ISBN: E-N-T-R-A-M-I-T-E



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	V
PROGRAMA DE ESTUDIOS	7
FICHA TÉCNICA	8
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	11
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	12
GLOSARIO	15
BIBLIOGRAFÍA	17

INTRODUCCIÓN

Los microscopios ópticos revolucionaron la ciencia, desde la biología, pasando por la química, la física y la ciencia de materiales. Por su parte, la nanotecnología no hubiera sido posible sin los microscopios electrónicos a partir de su invención desarrollada por los alemanes Max Knoll y Ernt Ruska en el año 1931.

Debido a que los nanomateriales tienen al menos una dimensión externa en el intervalo de tamaño de entre 1 a 100 nanómetros, los microscopios ópticos convencionales no son adecuados para observarlos, para ello es necesario utilizar equipos más sofisticados como los microscopios electrónicos de barrido, los microscopios electrónicos de transmisión y los microscopios de fuerza atómica, estos modernos microscopios proporcionan información de los nanomateriales tales como su morfología, su estructura cristalina, su orientación y su composición química, con lo cual se pueden determinar sus características estructurales y superficiales a nivel nanoscópico, estas caracterizaciones son de suma importancia para comprender las propiedades fundamentales de los nanomateriales y con ello poder sintetizarlos y desarrollar aplicaciones.

Este manual es una guía para que el facilitador proporcione al estudiante las bases teórico-prácticas necesarias para comprender las técnicas de microscopía más comúnmente utilizadas para caracterizar nanomateriales sólidos y biológicos.



PROGRAMA DE ESTUDIO																			
DATOS GENERALES																			
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA																	
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Ofrecer bajo las normas de calidad educativa, servicios de formación de profesionistas capaces de aportar soluciones adecuadas a los problemas científicos y tecnológicos que se presentan cada día en la industria y centros de investigación, mediante la formación de profesionales en el área de la nanotecnología.																	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:		MICROSCOPIAS DE NANOMATERIALES																	
CLAVE DE LA ASIGNATURA:		MIN-ES																	
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:		El alumno será capaz de analizar nanomateriales mediante el uso de diferentes tipos de microscopías.																	
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:		90																	
FECHA DE EMISIÓN:		29/08/2016																	
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:		UPVM																	
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE											EVALUACIÓN			OBSERVACIÓN		
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA		INSTRUMENTO	TOTAL DE HORAS
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA					
												Presente	NO Presente	Presente	NO Presente				
UNIDAD I Introducción y Tipos de Microscopios para Escala Nanométrica	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Clasificar la historia y los antecedentes de los microscopios para los nanomateriales. *Reconocer los tipos de microscopios para los nanomateriales. *Aprender la terminología y conceptos básicos, relacionados a la microscopía.	ED: Lectura comentada, EC: Demostrar lo aprendido en clase mediante una retroalimentación, un cuadro comparativo.	Exposición por parte del facilitador sobre la historia y antecedentes del microscopio electrónico. Definición de los principales conceptos, apoyados de ilustraciones en diapositivas.	1. Instrucción Programada. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolución de problemas. 4. Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	N/A	1. Presentación multimedia. 2. Pizarra 3. Rotafolios 4. Bitácora.	1. Equipo de cómputo 2. Proyector	5	2	2	1	1. Conferencia o exposición. 2. Investigaciones y demostraciones. 3. Lectura comentada. 5. Discusión dirigida 6. Investigaciones y demostraciones.	1. Cuestionario. 2. Guía de observación de lectura comentada. 3. Rúbrica de cuadro comparativo.	10	
UNIDAD II Microscopio Electrónico de Barrido (SEM).	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Explicar el principio físico de funcionamiento del microscopio electrónico de barrido. *Reconocer y Clasificar los diferentes tipos de SEM, resoluciones y características técnicas. *Operar de manera básica un microscopio electrónico de barrido. *Preparar muestras para SEM.	ED: Mediante problemas en clase, demostrar la teoría y principios físicos adquiridos. EC: Utilizar los conceptos de teoría electrónica para la resolución de problemas. EP: Entregar un reporte de una práctica de laboratorio.	Exposición por parte del facilitador para explicar los fenómenos físicos asociados al funcionamiento del microscopio electrónico de barrido mediante el uso de esquemas o diagramas a bloques. Uso de herramientas multimedia (videos, ilustraciones) para explicar las diferentes variantes de los microscopios electrónicos de barrido (SEM) y preparación de las muestras. Realizar una práctica demostrativa ejemplificando los conocimientos adquiridos en clase. Resumen del capítulo.	1. Instrucción Programada. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolución de problemas. 4. Ejercitación.	X	X	N/A	N/A	X	1. Presentación multimedia. 2. Pizarra. 3. Muestras para analizar. 2. Etanol. 3. Pizarras. 4. Guantes. 5. Cinta de carbor. 6. Portamuestras.	1. Equipo de cómputo. 2. Proyector. 3. Microscopio Electrónico de Barrido.	8	2	8	2	1. Conferencia o exposición. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolver situaciones problemáticas. 4. Taller y práctica mediante la acción.	1. Cuestionario. 2. Guía de observación de lecturas. 3. Lista de cortejo de reporte de resumen.	20	
UNIDAD III Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM).	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Explicar el principio físico de funcionamiento del microscopio electrónico de transmisión. *Reconocer y Clasificar los diferentes tipos de TEM, resoluciones y características técnicas. *Operar de manera básica un microscopio electrónico de transmisión. *Preparar muestras para TEM.	ED: Lectura comentada, EC: Presentación de cuestionarios y evaluaciones escritas u orales. EP: Análisis de un artículo y entrega de un resumen analizando dicho documento.	Exposición por parte del facilitador para explicar los fenómenos físicos asociados al funcionamiento del microscopio electrónico de transmisión mediante el uso de esquemas o diagramas a bloques. Uso de herramientas multimedia (videos, ilustraciones) para explicar las diferentes variantes de los microscopios electrónicos de transmisión y preparación de las muestras.	1. Instrucción Programada. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolución de problemas. 4. Ejercitación.	X	X	N/A	N/A	X	1. Presentación multimedia 2. Pizarra 3. Muestras para analizar 2. Etanol 3. Pizarras 4. Guantes 5. Rejillas de cobre 6. Portamuestras	1. Equipo de cómputo. 2. Proyector. 3. Microscopio Electrónico de Transmisión. 4. Baño ultrasónico. 5. Sputtering.	8	2	8	2	1. Conferencia o exposición 2. Experiencia estructurada 3. Resolver situaciones mediante la acción	1. Cuestionario 2. Guía de desempeño de lectura comentada 3. Rúbrica de ensayo 4. Guía de observación de práctica 5. Lista de cortejo de reporte de práctica	20	
UNIDAD IV Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido (STEM).	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Explicar el principio físico de funcionamiento del microscopio electrónico de transmisión y barrido. *Reconocer y Clasificar los diferentes tipos de STEM, resoluciones y características técnicas. *Operar de manera básica un microscopio electrónico de transmisión y barrido. *Preparar muestras para STEM.	EC: Aplicar los conceptos adquiridos a la resolución de problemas de la presente unidad. EC: Retroalimentación de forma oral y escrita. EP: Entrega de problemas como tareas. EP2: Lectura comentada y entregar análisis de un artículo de revista indexada.	Exposición por parte del facilitador para explicar los fenómenos físicos asociados al funcionamiento del microscopio electrónico de transmisión y barrido mediante el uso de esquemas o diagramas a bloques. Uso de herramientas multimedia (videos, ilustraciones) para explicar las diferentes variantes de los microscopios electrónicos de transmisión y barrido (STEM) y la preparación de las muestras. Realizar una práctica demostrativa ejemplificando los conocimientos adquiridos en clase. Resumen del capítulo.	1. Instrucción Programada. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolución de problemas. 4. Ejercitación	X	X	N/A	N/A	X	1. Presentación multimedia 2. Pizarra 3. Muestras para analizar 2. Etanol 3. Pizarras 4. Guantes 5. Rejillas de cobre 6. Portamuestras	1. Equipo de cómputo. 2. Proyector. 3. Microscopio Electrónico de transmisión y barrido. (STEM). 4. Baño ultrasónico. 5. Sputtering.	8	2	8	2	1. Conferencia o exposición. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolver situaciones problemáticas. 4. Taller y práctica mediante la acción.	1. Cuestionario. 2. Lista de cortejo de práctica. 3. Lista de cortejo de reporte de práctica. 4. Rúbrica de ensayo.	20	
UNIDAD V Microscopio de Fuerza Atómica (AFM).	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: *Explicar el principio físico de funcionamiento del microscopio de fuerza atómica. *Reconocer y clasificar los diferentes modos de operación de un AFM. *Operar de manera básica un microscopio de fuerza atómica. *Obtener imágenes topográficas y realiza un análisis cuantitativo y cualitativo. *Preparar muestras para AFM.	ED: Lectura comentada, EC1: Mediante Diagramas y gráficas explicar el comportamiento del AFM. EP: Entrega de un proyecto donde el alumno aplique el conocimiento adquirido durante todo el curso.	Exposición por parte del facilitador para explicar los fenómenos físicos asociados al funcionamiento del microscopio de fuerza atómica mediante el uso de esquemas o diagramas a bloques. Uso de herramientas multimedia (videos, ilustraciones) para explicar las diferentes variantes de los microscopios de fuerza atómica y la preparación de las muestras. Realizar una práctica demostrativa ejemplificando los conocimientos adquiridos en clase. Resumen del capítulo.	1. Instrucción Programada. 2. Experiencia estructurada. 3. Resolución de problemas. 4. Ejercitación.	X	X	N/A	X	X	1. Punta Cantilever RTESPA. 2. Muestra para visualizar en el microscopio. 3. Pizarras de laboratorio para manipular muestras.	1. Microscopio de Fuerza Atómica. 2. Sputtering.	8	2	8	2	1. Conferencia o exposición. 2. Experiencia estructurada. 3. Utilizar diagramas, ilustraciones y esquemas. 4. Taller y práctica mediante la acción.	1. Cuestionario 2. Guía de desempeño de lectura comentada. 3. Rúbrica de mapas conceptuales. 4. Lista de cortejo de proyecto.	20	



FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Nombre:	Microscopías de Nanomateriales
Clave:	MIN-ES
Justificación:	Los modernos y potentes microscopios tales como los electrónicos y de fuerza atómica proporcionan características morfológicas, estructurales y de composición que sirven para determinar las propiedades de los nanomateriales. Estos microscopios se utilizan en una gran variedad de estudios, incluyendo la física, la química, la biología, la medicina y la ciencia forense.
Objetivo:	Proporcionar los conocimientos básicos teórico-prácticos de las microscopías más comúnmente utilizadas (SEM, TEM, AFM, STEM) que le permitan al estudiante determinar las características estructurales y superficiales de nanomateriales, tanto biológicos como sólidos y polvos.
Habilidades:	Manipular microscopios electrónicos y de fuerza atómica; preparar muestras; analizar características de nanomateriales y sus propiedades; redactar reportes de resultados; trabajar en equipo, ser responsable de su seguridad, de la de los demás y de la de su equipo.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; Capacidad de comunicación oral y escrita.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<p>Seleccionar la técnica de microscopía adecuada para analizar el nanomaterial; utilizar la técnica seleccionada y manipular los parámetros de operación; preparar las muestras; determinar las características del nanomaterial; relacionar las propiedades del nanomaterial y proponer o realizar aplicaciones del nanomaterial.</p>	<p>Operar las diferentes técnicas de microscopía para nanomateriales</p> <p>Determinar los procedimientos de modificación y/o síntesis de nanomateriales y nanodispositivos, empleando la especificación técnica correspondiente para producirlos sistemáticamente.</p> <p>Establecer los métodos de aplicación de nanomateriales empleando simulación computacional y pruebas experimentales para solucionar los problemas en diferentes áreas.</p>

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	I. Introducción y Tipos de Microscopios Para Escala Nanométrica	5	2	2	1
	II. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM)	8	2	8	2
	III. Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM)	8	2	8	2
	IV. Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido (STEM)	8	2	8	2
	V. Microscopio de Fuerza Atómica AFM	8	2	8	2
Total de horas por cuatrimestre:	90				
Total de horas por semana:	5				
Créditos:	6				

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Microscopías de nanomateriales.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Introducción y Tipos de Microscopios Para Escala Nanométrica.		
Nombre de la práctica o proyecto:	Normas de seguridad y familiarización con los microscopios.		
Número:	1/5	Duración (horas) :	2
Resultado de aprendizaje:	El estudiante será capaz de conocer las normas de seguridad para las personas así como las precauciones y cuidados en el uso del equipo.		
Requerimientos (Material o equipo):	Reglamento de alumnos, Lineamientos de Laboratorio, Normas de seguridad aplicables y manuales de los equipos.		
<p>Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Leer y anotar la parte de responsabilidades del uso de laboratorios y equipos de acuerdo al Reglamento de Alumnos de la Universidad. ✓ Leer y anotar las normas de seguridad aplicables al laboratorio o en su caso grabarlas en medio electrónico. ✓ Reconocer las áreas de peligro como fuentes de radiación ionizante, alto voltaje, etc. ✓ Identificar la ruta de evacuación, extintores, lavaojos, puertas de emergencia y punto de reunión. ✓ Manipular adecuadamente y conforme a norma, reactivos, productos, desechos de todo tipo y material punzocortante o peligroso. ✓ Reconocer y portar todo el equipo de seguridad personal como bata, tapabocas, googles, guantes, etc. ✓ Leer el manual del microscopio y anotar las normas de seguridad aplicables y cuidados a los microscopios a utilizar. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
<p>EP1: Anota lo más importante en bitácora y realiza una reporte escrito y fotográfico.</p>			



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Microscopías de nanomateriales.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	II. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM)		
Nombre de la práctica o proyecto:	Caracterización por Microscopía Electrónica de Barrido.		
Número:	2/5	Duración (horas) :	10
Resultado de aprendizaje:	El estudiante será capaz de preparar muestras para el Microscopio Electrónico de Barrido y manipularlo para obtener imágenes de un material metálico donde determine morfología, orientación, tamaños y composición química semi-cuantitativa.		
Requerimientos (Material o equipo):	Microscopio Electrónico de Barrido, Kit de preparación de muestras, Porta-muestras y Muestra metálica para analizar.		
Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparar la muestra. ✓ Colocar la muestra en el porta-muestras. ✓ Poner en marcha el Microscopio Electrónico de Barrido. ✓ Desarrollar un barrido a 50, 500 y 5000 aumentos. ✓ Manipular el microscopio hasta obtener la mejor imagen y guardar las imágenes realizando mediciones de longitud y diámetro de estructuras encontradas. ✓ Desarrollar un EDX puntual y de mapeo a 5000 aumentos. ✓ Desarrollar un análisis de la muestra. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP2 Proyecto Realiza un reporte de práctica de laboratorio y registrarse en la bitácora del laboratorio.			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Microscopías de nanomateriales.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	III. Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM)		
Nombre de la práctica o proyecto:	Caracterización por Microscopía Electrónica de Transmisión.		
Número:	3/5	Duración (horas) :	10
Resultado de aprendizaje:	El estudiante será capaz de preparar muestras para el Microscopio Electrónico de Transmisión y manipularlo para obtener imágenes de un material metálico donde determine morfología, orientación, tamaños y composición química semi-cuantitativa.		
Requerimientos (Material o equipo):	Microscopio Electrónico de Transmisión, Kit de preparación de muestras, Porta-muestras y Muestra metálica para analizar.		
Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.			
<ul style="list-style-type: none">✓ Preparar la muestra.✓ Colocar la muestra en el porta-muestras.✓ Poner en marcha el Microscopio Electrónico de Transmisión.✓ Desarrollar un barrido a 1000, 50000 y 10000 aumentos.✓ Manipular el microscopio hasta obtener la mejor imagen y guardar las imágenes realizando mediciones de longitud y diámetro de estructuras encontradas.✓ Desarrollar un análisis de Rayos X.✓ Desarrollar un análisis de la muestra.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP1 Proyecto Realiza un reporte de práctica de laboratorio y registrarse en la bitácora del laboratorio.			

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Microscopías de nanomateriales.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	IV. Microscopio de Fuerza Atómica (AFM)		
Nombre de la práctica o proyecto:	Caracterización por Microscopía de Fuerza Atómica.		
Número:	4/5	Duración (horas) :	10
Resultado de aprendizaje:	El estudiante será capaz de preparar muestras para el Microscopio de Fuerza Atómica y manipularlo para obtener imágenes de un material metálico donde determine morfología y topografía.		
Requerimientos (Material o equipo):	Microscopio de Fuerza Atómica, Kit de preparación de muestras, Porta-muestras y Muestra metálica para analizar.		
<p>Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparar la muestra. ✓ Seleccionar la punta cantiléver adecuada para la muestra y montarla en el porta cantiléver. ✓ Colocar el porta cantiléver en el cabezal de escaneo. ✓ Colocar la muestra en el porta-muestras. ✓ Encender el microscopio óptico y enfocar la punta cantiléver para observar la zona a escanear. ✓ Encender la computadora y abrir el software para el uso del microscopio. ✓ Encender el controlador del Microscopio de Fuerza Atómica. ✓ Alinear el láser con respecto al foto sensor. ✓ Seleccionar el modo de operación del microscopio (intermitente, contacto, no contacto). ✓ Configurar el área de escaneo. ✓ Modificar parámetros de operación: ganancia integral y proporcional, amplitud drive, etc. para obtener una buena imagen topográfica. ✓ Guardar imagen. ✓ Obtener una imagen 3D. ✓ Desarrollar un análisis cuantitativo y cualitativo de las imágenes obtenidas. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP1 Proyecto Realiza un reporte de práctica de laboratorio y registrarse en la bitácora del laboratorio.			

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Microscopías de nanomateriales.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	V. Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido (STEM)		
Nombre de la práctica o proyecto:	Caracterización por Microscopía Electrónica de Transmisión y Barrido		
Número:	5/5	Duración (horas) :	10
Resultado de aprendizaje:	El estudiante será capaz de preparar muestras para el Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido y manipularlo para obtener imágenes de un material metálico donde determine morfología y topografía.		
Requerimientos (Material o equipo):	Microscopio Electrónico de Transmisión y Barrido, Kit de preparación de muestras, Porta-muestras y Muestra metálica para analizar.		
Actividades a desarrollar en la práctica: Definir en prosa las actividades a desarrollar en cada etapa.			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparar la muestra y colocarla en el porta-muestras. ✓ Poner en marcha el Microscopio y desarrollar un barrido. ✓ Manipular los parámetros del microscopio hasta obtener la mejor imagen realizando mediciones. ✓ Desarrollar un análisis de composición de la muestra. ✓ Enfocar la muestra y hacer observaciones de alta resolución y guardar las imágenes realizando mediciones de longitud de las estructuras encontradas. ✓ Desarrollar un análisis de Rayos X. ✓ Desarrollar un análisis de la muestra. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP1 Proyecto Realiza un reporte de práctica de laboratorio y registrarse en la bitácora del laboratorio.			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Lista de cotejo para prácticas de laboratorio

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE(L) :				
DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN.				
Nombre del Alumno:		Matrícula:	Firma del alumno:	
Producto: Práctica de Laboratorio	Nombre de la práctica:		Fecha:	
Asignatura: Microscopías de Nanomateriales.			Periodo Cuatrimestral:	
Nombre del Académico:			Firma del Académico:	
INSTRUCCIONES				
Revisar las actividades que se solicitan y marquen en los apartados "SI" cuando la evidencia se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" indicaciones que pueden ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas, si fuese necesario.				
Valor del reactivo	Características a cumplir	Cumple		Observaciones
		SI	NO	
5 %	Asistió a la práctica en tiempo y forma			
5 %	Se presentó con el equipo de seguridad y con las muestras.			
5 %	Manipuló el equipo con los correspondientes cuidados			
	Presentación impresa y electrónica de la práctica: El trabajo cumple con los requisitos de:			
5 %	a) Buena presentación			
5 %	b) Presenta cero errores ortográficos.			
5 %	c) Mismo formato (indicado al inicio de curso)			
5 %	d) Maneja el lenguaje técnico apropiado			
20 %	e) Las imágenes tienen buen enfoque, astigmatismo y contraste			
5 %	Introducción y objetivo: La introducción y el objetivo (indicado por el profesor) dan una idea clara de la práctica y de lo que se hará en ella.			
5 %	Material y Equipo: Enlistó todos los materiales y equipos a utilizar.			
5 %	Marco Teórico: Presenta un panorama general del tema a desarrollar en la práctica y lo sustenta con referencias bibliográficas.			
10 %	Desarrollo: Desarrolló todos los puntos de la práctica.			
10 %	Resultados: Cumplió totalmente con el resultado de aprendizaje.			
5 %	Conclusiones: Son claras y acordes con el objetivo esperado.			
5%	Responsabilidad: Entregó el reporte en la fecha y hora señalada y llenó la bitácora de laboratorio			
100%	CALIFICACION			

GLOSARIO

1. Caracterización

Determinación de las propiedades o características específicas de una material que lo hacen distinguible de los demás.

2. Microscopía.

Construcción, uso y aplicaciones del microscopio.

3. Microscopía Electrónica

Es aquel microscopio que utiliza electrones en lugar de fotones o luz visible para formar imágenes de objetos de menor tamaño que los que se pueden observar con un microscopio óptico convencional.

4. Morfología

Forma de las cosas, materiales o seres y las transformaciones que experimentan.

5. Nanomaterial

Un material natural o manufacturado que contiene partículas, en un estado unido o como un agregado o como un aglomerado y en el que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presenta una o más dimensiones externas en el rango de tamaños de 1 a 100 nm.

6. Nanoscópico

Escala que hace referencia a las estructuras con una escala de longitud de entre 1 y 100 nm aproximadamente.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

1. Gerardo Vázquez Nin, Introducción a la Microscopía Electrónica Aplicada a Las Ciencias Biológicas, Serie Ciencia y Tecnología, Sección de obras de ciencia y tecnología, UNAM, 2000. ISBN: 9681662407, 9789681662400.
2. Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy, Charles E. Lyman, Patrick Echlin, Eric Lifshin, Linda Sawyer, J.R. Michael, Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis: Third Edition, Springer US, 2013. ISBN: 1461349699, 9781461349693.
3. Ludwig Reimer, Scanning Electron Microscopy: Physics of Image Formation and Microanalysis, Vol. 45 Springer Series in Optical Sciences, Springer, 2013. ISBN: 3540389679, 9783540389675.
4. Patrick Echlin, Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, Springer Science & Business Media, 2011. ISBN: 0387857311, 9780387857312.
5. David B. Williams, C. Barry Carter, Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Volumen 2, Springer Science & Business Media, 2009. ISBN: 038776500X, 9780387765006.
6. Ludwig Reimer, Transmission Electron Microscopy: Physics of Image Formation and Microanalysis, Springer, 2013. ISBN: 3662148242, 9783662148242.
7. Jeanne Ayache, Luc Beaunier, Jacqueline Boumendil, Gabrielle Ehret, Danièle Laub, Sample Preparation Handbook for Transmission Electron Microscopy: Methodology, Springer Science & Business Media, 2010. ISBN 0387981829, 9780387981826.
8. Stephen J. Pennycook, Peter D. Nellist, Scanning Transmission Electron Microscopy: Imaging and Analysis, Springer Science & Business Media, 2011. ISBN: 1441972005, 9781441972002.
9. Greg Haugstad, Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications, John Wiley & Sons, 2012. ISBN: 1118360680, 9781118360682.

Complementaria

1. Robert J. Keyse, Introduction to Scanning Transmission Electron Microscopy, BIOS Scientific Publishers, 1998. ISBN: 0387915176, 9780387915173.
2. Bert Voigtlaender, Scanning Probe Microscopy: Atomic Force Microscopy and Scanning Tunneling Microscopy, Springer, 2015. ISBN: 3662452405, 783662452400

Sitio Web

1. Transmission Electron Microscopy Course
<http://www.petr.isibrno.cz/microscopy/courses.php#@e11>
2. Scanning Electron Microscopy Course
<http://emu.uct.ac.za/training/sem-school/>
3. Atomic Force Microscopy Course
<https://nanohub.org/courses/afm1>
4. Scanning Transmission Electron Microscopy Course
<https://nanohub.org/resources/4092>