UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Nanotecnología
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Caracterización de Nanomateriales
5. **Clave**: 33549
6. **HC:** 01 **HL:** 03 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 07
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica	Firma
Franklin David Muñoz Muñoz		Humberto Cervantes de Ávila	
Hugo Jesús Tiznado Vázquez			

Fecha: 5 de septiembre de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO ENSENADA, B.C.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Caracterización de Nanomateriales es que el alumno aprenda los principios básicos de las diferentes técnicas de caracterización que se requieren para el análisis de nanomateriales, para el funcionamiento de equipo especializado, y el planteamiento de metodologías para la preparación de muestras nanotecnológicas, así como la aplicabilidad de estas herramientas en la solución de problemas del sector académico y productivo. Su utilidad recae en ofrecer al estudiante los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo de instrumentación para caracterización nanotecnológica y la interpretación correcta de los resultados obtenidos con ellas, para determinar cualitativa y cuantitativamente las características fisicoquímicas de la materia a escala nanométrica; lo anterior apoyado en valores y actitudes como la responsabilidad, perseverancia y proactividad, que coadyuven en su formación integral. En cuanto a sus características, es integradora, se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer estrategias para el análisis y caracterización de nanomateriales, mediante la valoración de metodologías y tecnologías, para determinar sus propiedades fisicoquímicas, con proactividad, responsabilidad y perseverancia.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega portafolio de evidencias con: Investigaciones documentales de las técnicas de caracterización de nanomateriales y su aporte al desarrollo actual de nuevos materiales en el área de nanotecnología; reportes técnicos que expliquen las estrategias utilizadas en cada práctica de laboratorio a lo largo del semestre, cuya estructura debe contener resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Propiedades de los nanomateriales

Competencia:
Reconocer las propiedades que presentan los nanomateriales, a través de la valoración de sus arreglos atómicos, moleculares y cristalinos, para interpretar su funcionalidad y desempeño en una aplicación específica, con creatividad, proactividad y perseverancia.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Tipos de nanomateriales
1.2. Relación estructura-propiedades de los nanomateriales
1.3. Propiedades eléctricas
    1.3.1. Propiedades eléctricas de películas delgadas
1.4. Propiedades térmicas
1.5. Propiedades magnéticas
1.6. Propiedades ópticas
    1.6.1. Propiedades ópticas de películas delgadas
    1.6.1.1. Índice de refracción y espesor por medidas de elipsometría
1.7. Propiedades mecánicas

UNIDAD II. Vacío

Competencia:
Distinguir los tipos de vacío y su importancia en la caracterización de nanomateriales, mediante la clasificación de la instrumentación que compone la tecnología de vacío, para distinguir las ventajas y limitaciones de las técnicas de análisis que utilizan este principio, con actitud crítica, creativa y persistencia.

Contenido: **Duración:** 2 horas

2.1. Introducción al vacío
2.2. Tipos de vacío
    2.2.1. La importancia del vacío en caracterización de materiales.
    2.2.2 Dispositivos para generar y medir vacío.
        2.2.2.1. Clasificación de bombas de vacío.
        2.2.2.2 Clasificación de medidores de vacío.
2.2. Accesorios de vacío.
    2.2.1. Cámaras.
    2.2.2. Sellos.
    2.2.3. Válvulas.

UNIDAD III. Espectroscopía

Competencia:
Relacionar los principios y conceptos básicos de la espectroscopía electrónica y fotónica, mediante la evaluación de muestras usando instrumentos y tecnología especializada en el análisis de composición química, para proponer las estrategias adecuadas para la caracterización de nanomateriales específicos, con responsabilidad, disciplina y creatividad.

Contenido: **Duración:** 3 horas

3.1. Espectroscopía de Fotoelectrones de rayos X (XPS) y de electrones Auger (AES)
- 3.1.2. Modelo atómico y configuración electrónica
- 3.1.3. Principio de XPS y AES
- 3.1.4. Instrumentación
- 3.1.5. Funcionamiento de equipo XPS y AES
- 3.1.6. Aplicaciones de XPS y AES
- 3.1.7. Interpretación de espectros XPS y AES

3.2. Espectroscopía de infrarrojo (IR), Raman y Ultravioleta visible (UV-vis)
- 3.2.1. Principios y aplicaciones de espectroscopia IR con transformada de Fourier (FTIR)
  - 3.2.1.1. Equipo FTIR
- 3.2.2. Principios de espectroscopia Raman
  - 3.2.2.1. Equipo Raman
- 3.2.3. Espectroscopía UV-vis
  - 3.2.3.1. Aplicaciones análisis UV-vis
    - 3.2.3.1.1. Gap óptico de películas delgadas
    - 3.2.3.1.2. Gap óptico por reflectometría
    - 3.2.3.1.3. Gap óptico por transmitancia y reflectancia difusa.
  - 3.2.3.2. Equipo UV-vis (reflectometría y esfera de integración)
- 3.2.4. Interpretación de espectros FTIR, Raman y UV-vis

UNIDAD IV. Microscopia

Competencia:
Identifica los principios y conceptos básicos involucrados en la generación de imágenes de alta resolución, mediante el análisis de muestras, usando instrumentos y tecnología especializada en la exploración de la morfología y topografía de una superficie, para proponer las estrategias adecuadas de caracterización microscópica de nanomateriales, con responsabilidad, proactividad, y disciplina.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1. Microscopía de Efecto Tunel (STM) y Fuerza atómica (AFM)
- 4.1.1. Principio de la técnica STM y AFM
- 4.1.2. Instrumentación
- 4.1.3. Modos de operación
- 4.1.4. Diferencias entre STM y AFM
- 4.1.5. Aplicaciones

4.2. Microscopía de transmisión de electrones (TEM)
- 4.2.1. Principios básicos de TEM
- 4.2.2. Preparación de la mezcla
- 4.2.3. Análisis de imágenes TEM

4.3. Microscopía de Barrido Electrónico (SEM)
- 4.3.1. Introducción
- 4.3.2. Interacción de la muestra con haz de electrones
- 4.3.3. Parámetros operativos de equipo SEM
- 4.3.4. Aplicaciones

UNIDAD V. Difracción de rayos X (XRD)

Competencia:
Diferenciar los principios y conceptos básicos involucrados en el fenómeno de difracción de rayos X (XRD), mediante el análisis experimental de muestras usando instrumentos XRD, para determinar la conformación de arreglos cristalinos en nanomateriales, con responsabilidad, orden y constancia.

Contenido: **Duración:** 3 horas

5.1. Características de XRD
5.2. Planos cristalinos y ley de Bragg
5.3. Difracción en muestras en polvo
5.4. Difracción en películas delgadas
5.5. Funcionamiento de equipo XRD
5.6. Aplicaciones y análisis de resultados

UNIDAD VI. Análisis Térmico y espectrometría

Competencia:
Interpretar tendencias de descomposición térmica y fragmentación de masa en un material, a través de la valoración de sus arreglos atómicos, moleculares o cristalinos, para proponer estrategias de caracterización de nanomateriales basadas en la medición de propiedades intensivas, con proactividad, perseverancia y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 3 horas

6.1. Análisis termogravimétrico (TGA)
6.2. Calorimetría titulación isotérmica (TIC)
6.3. Calorimetría diferencial de barrido. (DSC)
6.4. Espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS).
    6.4.1. Principios físicos de la técnica.
    6.4.2. Instrumentación asociada a la técnica.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer las propiedades de los nanomateriales, mediante el análisis de la estructura de sistemas nanoestructurados reportados en revistas indexadas internacionales, para identificar las técnicas de caracterización pertinente a cada material, con actitud analítica, crítica y responsable.	Análisis de propiedades Lee varías revistas científicas e ingenieriles indexadas internacionales. Identifica y compara las propiedades reportadas para cada material. Resuelve los cuestionarios y socializa los resultados encontrados.	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz y pluma. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	2 horas
2	Identificar los conceptos básicos de configuración electrónica, para comprender la relación estructura-propiedades, mediante el análisis de los enlaces entre los elementos que conforman el material, con actitud crítica y creativa.	Análisis de estructura Consulta en la tabla periódica la información para analizar la configuración electrónica de cada elemento y la forma en que se enlaza con otros elementos para formar un material con propiedades específicas. Resuelve los ejercicios y compara con resultados reportados al final del taller	Tabla periódica de los elementos, papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	2 horas
UNIDAD II				
3	Diferenciar los tipos de vacío, mediante la exploración de manuales de operación reportados por fabricantes y proveedores de vacío, para elegir la	Tipos de vacío e instrumentación Propone tablas comparativas incluyendo la información disponible para cada tipo de vacío, la instrumentación y accesorios.	Manuales de operación de sistemas de vacío reportados por proveedores. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y	3 horas

	instrumentación y accesorios que permitan alcanzar bajas presiones, con actitud creativa, persistencia y compromiso.	Socializa resultados de la propuesta durante la clase.	computadora personal de docente.	
4	Describir los diferentes tipos de bombas de vacío existentes, para relacionar su desempeño en tecnologías que requieren bajas presiones, a través del análisis de sus componentes y mecanismos de funcionamiento, con creatividad y actitud propositiva para el trabajo en grupo.	Bombas de vacío Emplea su creatividad para describir los componentes o piezas que integran los diferentes tipos de bombas de vacío, dependiendo de las presiones a alcanzar. Coteja los resultados en equipo. Entrega la solución a las preguntas formuladas en clase.	Manuales de operación de bombas de vacío reportados por proveedores. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	2 horas
UNIDAD III				
5	Comprender el funcionamiento de instrumentos XPS y AES, mediante el análisis de los principios y conceptos físicos relacionados con la interacción de rayos X con la materia, para reconocer la aplicación del efecto fotoeléctrico en la espectroscopía electrónica, con proactividad, creatividad, y trabajo en equipo.	Técnica XPS y AES Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación del efecto fotoeléctrico en la espectroscopía XPS y AES, además de establecer las diferencias en los principios de funcionamiento de las dos tecnologías. Da solución en equipo a las preguntas sobre los parámetros científicos y tecnológicos de XPS y AES, y el impacto de los resultados obtenidos por estas técnicas	Manuales de funcionamiento de las técnicas XPS y AES. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas
6	Comprender el funcionamiento de instrumentos FTIR, RAMAN y UV-vis, mediante el análisis de los principios y conceptos físicos relacionados con la interacción de fotones con la materia, para reconocer la aplicación de dicha interacción en la formación de señales espectroscópicas, con proactividad, creatividad, y trabajo	Técnicas FTIR, RAMAN y UV-VIS Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de la interacción fotones-materia, las vibraciones moleculares y transiciones electrónicas en la espectroscopía FTIR, RAMAN y UV-vis, además de establecer las diferencias en el principio de funcionamiento de estas	Manuales de funcionamiento de las técnicas FTIR, RAMAN y UV-vis. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	3 horas

	en equipo	tecnologías. Trabaja en equipo para resolver los ejercicios relacionados con los parámetros de medición de las técnicas FTIR, RAMAN y UV-vis, así como sus ventajas y limitaciones.		
Unidad IV				
7	Comprender el funcionamiento de instrumentos de microscopia STM y AFM, mediante el análisis de los principios y conceptos físicos relacionados con la interacción de una punta con la muestra a evaluar, para reconocer su aplicación y establecer diferencias entre las dos técnicas, con disciplina, asertividad y entusiasmo.	TECNICA STM Y AFM Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de la interacción entre una punta y la muestra en la microscopia STM y AFM, además de establecer las diferencias en los modos operativos de las dos tecnologías. Socializa las respuestas relacionadas con los parámetros de medición, así como las ventajas y limitaciones de estas técnicas.	Manuales de funcionamiento de instrumentos STM y AFM. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas
8	Comprender el funcionamiento de instrumentos de microscopia TEM y SEM, mediante el análisis de los principios y conceptos físicos relacionados con la interacción de electrones con la muestra, para reconocer su aplicación y establecer diferencias entre las dos técnicas con responsabilidad, compromiso y proactividad.	Técnicas TEM y SEM Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de la interacción entre electrones y la muestra en la microscopia TEM y SEM, además de establecer las diferencias clave en los principios de funcionamiento de estas dos tecnologías. Socializa las respuestas relacionadas con los parámetros de medición de las técnicas, así como sus ventajas y limitaciones.	Manuales de funcionamiento de equipos TEM y SEM. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas
Unidad V				

8	Comprender el funcionamiento de instrumentos XRD, mediante el análisis de los principios y conceptos físicos relacionados con la interacción de rayos X con la muestra, para reconocer la aplicación del fenómeno de difracción de luz, con responsabilidad, compromiso y perseverancia.	Técnica XRD Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación del fenómeno de difracción de luz, en el proceso de caracterización de nanomateriales. Al final del taller, socializa los parámetros científicos y tecnológicos de la técnica y su relación con las propiedades cristalinas de los nanomateriales, a través de la revisión de trabajos de investigación reportados en revistas indexadas.	Manual de funcionamiento de equipo XRD y artículos científicos relacionados con la técnica. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas
Unidad VI				
10	Comprender el funcionamiento de instrumentos TGA, TIC y DSC, mediante el análisis cuantitativo de termogramas y transiciones térmicas, para aplicar fenómenos térmicos en la caracterización de nanomateriales, con actitud crítica, creativa y responsable	Caracterización térmica Resuelve en clase ejercicios para aplicar fenómenos térmicos en la caracterización de nanomateriales. Define las diferencias entre las técnicas TGA, TIC y DSC, así como el impacto de los resultados en la generación de nuevas estrategias de análisis basadas en la medición de propiedades intensivas. Socializa parámetros de medición, ventajas y limitaciones de las técnicas.	Artículos científicos relacionados con el manejo de técnicas térmicas y el análisis de resultados de termogramas. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	2 horas
11	Describir los mecanismos de fragmentación de moléculas, para interpretar los resultados que arroja la técnica SIMS, mediante el análisis de investigaciones reportadas en la literatura, con responsabilidad, proactividad y trabajo en equipo	Caracterización SIMS Resuelve en equipo cuestionarios para interpretar resultados de la tecnología SIMS, con base a la consulta de reportes científicos e ingenieriles. Socializa en grupo los puntos de vista y las propuestas de mecanismos de fragmentación	Artículos científicos relacionados con el manejo de la técnica SIMS. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	2 horas

		de moléculas, que ayuden a comprender los resultados reportados en la literatura		
12	Proponer estrategias de análisis de nanomateriales específicos, mediante la aplicación de los conocimientos de las técnicas de caracterización, para resoler problemas en el sector académico y productivo, con responsabilidad, perseverancia, y honestidad.	Aplicación de las técnicas de caracterización Resuelve retos de análisis de nanomateriales específicos, proponiendo las estrategias y conjunto de técnicas para la caracterización de materiales seleccionados, compuestos de sistemas nanoestructurados. Presenta la propuesta como exposición en equipo.	Portafolio de evidencias acumuladas durante el curso. Equipo de proyección y computadora.	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Verificar experimentalmente el comportamiento de nanomateriales ante estímulos específicos, para determinar cualitativamente sus propiedades fisicoquímicas, mediante el uso de instrumentos simples y de bajo costo, con responsabilidad, actitud crítica y creativa	Propiedades de los materiales Partiendo de sistemas nanoestructurados previamente sintetizados y caracterizados, se muestra cómo responden a estímulos de luz, calor, aplicación de campo magnético y eléctrico, y esfuerzo para deformarlos. Entrega un reporte del experimento por equipo de trabajo.	Materiales nanoestructurados previamente sintetizados. Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, laser, fuentes eléctricas. Equipos de caracterización eléctrica LCR, Suource-Meter, Probe station. Equipo de elipsometría	3 horas
Unidad II.				
2	Verificar experimentalmente diferentes componentes e instrumentos de la tecnología de vacío, para determinar las diferencias entre los rangos de presiones limite alcanzable, mediante el ensamble de accesorios o piezas específicas, con responsabilidad, actitud crítica e iniciativa.	Vacío Partiendo de diferentes accesorios, piezas o instrumentos de la tecnología de vacío, se realiza el montaje o acople para el armado de sistemas de bajo, medio y alto vacío. Los sistemas de ultra-alto vacío son evaluados por observación del instrumento durante su operación, por la limitante que ofrece de no poder ser desarmados. Estructura y entrega de un reporte de su experimento por equipo de trabajo, enfatizando sus observaciones y conclusiones de manera individual.	Accesorios de vacío (bombas, medidores, cámaras, sellos, grasa de vacío etc.). Herramientas mecánicas (pinzas, llaves, desarmadores) Elementos de protección (gafas de seguridad, bata)	6 horas
Unidad III				

3	Verificar experimentalmente la aplicación del efecto fotoeléctrico, para la determinación cualitativa y cuantitativa de la composición elemental de muestras nanotecnológicas, mediante el uso del equipo XPS y AES, con responsabilidad, compromiso e iniciativa	Espectroscopía XPS y AES Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos XPS y AES, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología (cámaras, analizador, bombas de vacío, medidores de vacío), se procede luego con el tratamiento de muestra, introducción de muestra a la cámara, inicio del proceso de vacío, análisis, extracción de muestra de la cámara, interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos XPS y AES en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	9 horas
4	Verificar experimentalmente la aplicación de los fenómenos de excitación electrónica y molecular por interacción con luz, para la determinación cualitativa y cuantitativa de los grupos funcionales y espesor de muestras nanotecnológicas, mediante el uso del equipo FTIR, RAMAN y UV-vis, con responsabilidad, compromiso e iniciativa	Espectroscopía FTIR, RAMAN Y UV-vis Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos FTIR, RAMAN y UV-vis, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, se procede luego con el tratamiento de muestra, análisis, e interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos FTIR, RAMAN y UV-vis en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	9 horas
Unidad IV				

5	Verificar experimentalmente la formación de imágenes por efecto de la interacción de la muestra con haces de electrones o con una punta, para la determinación cualitativa de la morfología, propiedades de superficie y tamaño en materiales nanoestructurados, mediante el uso instrumentos de microscopia SEM, TEM, AFM y STM, con responsabilidad, actitud crítica y creativa.	Microscopia Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos SEM, TEM, AFM y STM, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, se procede luego con el tratamiento de muestra, análisis, e interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos SEM, TEM, AFM y STM en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	12 horas
Unidad V				
6	Verificar experimentalmente la ecuación de Scherrer, mediante el uso de instrumentos XRD, para la determinación de fases cristalinas en materiales nanoestructurados, con compromiso, superación y pensamiento crítico.	Difracción de rayos X (XRD) Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos XRD, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, se procede luego con el tratamiento de muestra, análisis, e interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos XRD en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	3 horas
Unidad VI				

7	Verificar experimentalmente las transiciones térmicas que presentan los nanomateriales, a través del análisis con el uso de instrumentos TGA, DSC y TIC, para relacionar el comportamiento térmico con el arreglo estructural de las muestras, con creatividad, responsabilidad y persistencia.	Análisis térmico Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos TGA, DSC y TIC, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, se procede luego con el tratamiento de muestra, análisis, e interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos TGA, DSC y TIC en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	3 horas
8	Verificar experimentalmente el funcionamiento de la espectrometría, mediante la manipulación de equipos de espectrometría SIMS, para determinar su aporte en la identificación de compuestos en el área de nanotecnología, con actitud creativa, crítica y responsabilidad	Espectrometría Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos SIMS, se realizan prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, se procede luego con el tratamiento de muestra, análisis, e interpretación de resultados. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumentos SIMS en funcionamiento. Muestra nanotecnológica para análisis. Bitácora, pluma o lápiz.	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (Docente)

Expondrá los temas centrales del curso y resolverá dudas a maneras de ejemplo en metodología, análisis y manejo de técnicas de caracterización de nanomateriales. Se apoyará con presentaciones digitales, videos cortos y animaciones para facilitar la comprensión de aspectos claves relacionados con los principios de funcionamiento de equipo especializado para el análisis de materiales nanoestructurados, y las cualidades que deben tener las muestras para poder ser analizadas con estas tecnologías

Estrategia de aprendizaje (Estudiante)

Taller:

A partir de la información que se proporcione de cuestionarios específicos, el estudiante debe: i) interpretar la información suministrada durante el curso, ii) plasmar una representación gráfica de las tareas o retos solicitados, iii) planear una estrategia que le permita lograr el objetivo propuesto en la clase, iv) argumentar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) socializar y cotejar sus resultados con su equipo de trabajo, vi) exponer su resultados frente a grupo, vii) proponer y entregar la solución al finalizar el taller, y viii) almacenar evidencias de desempeño en portafolio

Laboratorio:

A partir de la información que se proporcione para el desarrollo de las prácticas experimentales, el estudiante debe: i) interpretar e implementar el requerimiento solicitado, ii) a partir de un diagrama de bloques, plasmar una representación gráfica del experimento a realizar, iii) planear una estrategia que le permita ejecutar la implementación experimental a fin de realizar el objetivo de la práctica, iv) analizar e interpretar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) participar activamente en su equipo de trabajo en la realización de las tareas y cumplimiento de objetivos, vi) elaborar un reporte de la práctica experimental solicitada con los requerimientos en formato y contenidos establecidos y vii) entregar el reporte elaborado por el equipo de trabajo, en donde se plasmen de manera individual sus observaciones y conclusiones.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 70% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 71 y 72.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 3 exámenes parciales.……..……. 30%
- Participación en clase……..... 10%
- Evidencia de desempeño...……..... 50%
  (Portafolio de evidencias)
- Prácticas de laboratorio …….....10%

Total…….....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Callister, W. y Rethwisch, D. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction, Enhanced eText* (10ª ed.). Estados Unidos: Wiley.

Fulekar, M. y Pathak, B. (2017). *Environmental Nanotechnology.* Estados Unidos: CRC Press.

Haghi, A., Thomas, S., MirMahaleh, M., Rafiei, S., Maghsoodlou, S. y Afzali, A. (2015). *Foundations of Nanotechnology.* Estados Unidos: CRC Press.

Zhang, S., Li, L. y Kumar, A. (2008). *Materials Characterization Techniques.* Estados Unidos: CRC Press. [Clásica]

Complementarias

Kulkarni, S.K. (2015). *Nanotechnology: Principles and Practices* (3ª ed.). Estados Unidos: Springer.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta el curso de Caracterización de Nanomateriales requiere título de licenciatura o ingeniería en el área de Nanociencias, Física, Química o Electrónica. De preferencia con posgrado en dichas áreas. Debe contar con experiencia o habilidades en campos de la caracterización de nanomateriales por técnicas espectroscópicas, espectrometría o microscopías electrónicas. Así como tener habilidad para conducir a los estudiantes en la apropiación del conocimiento a través de preguntas que lleven a la reflexión y al análisis. Es deseable que posea experiencia docente en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.