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:** Ingeniería de Materiales y Nanomateriales
5. **Clave**: 33554
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:** Caracterización de Nanomateriales y Síntesis de Nanomateriales

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

Equipo de diseño de PUA
Franklin David Muñoz Muñoz

Firma

Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica
Humberto Cervantes de Avila

Firma

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
ENSENADA, B.C.

Fecha: 04 de septiembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Ingeniería de Materiales y Nanomateriales es que el alumno integre las técnicas de síntesis y caracterización de nanomateriales en el desarrollo de productos nanotecnológicos con impacto directo en la sociedad y el sector productivo, y proponga el establecimiento de metodologías adaptables al escalamiento para producción a nivel industrial. Su utilidad recae en ofrecer al estudiante los conocimientos y habilidades necesarias para la producción de materiales combinando las rutas convencionales con nanotecnología, para ofrecer nuevos productos con propiedades mejoradas, y con control estricto de características como forma, tamaño, volumen, entre otros. Lo anterior apoyado en valores y actitudes como la responsabilidad, proactividad y respeto al medio ambiente, que coadyuven en su formación integral. En cuanto a sus características, es integradora, se imparte en la etapa disciplinaria y es de carácter obligatorio; para cursarla se requiere la acreditación previa de los cursos de Síntesis de Nanomateriales, y Caracterización de Nanomateriales.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los recursos tecnológicos y las rutas adecuadas de síntesis y procesamiento de nanomateriales, para lograr el análisis, diseño y desarrollo de productos nanotecnológicos eficientes y competitivos, mediante la valoración de su desempeño y potencial de explotación industrial, con responsabilidad, liderazgo y respeto al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Realiza una investigación documental de las rutas de síntesis y procesamiento de nanomateriales más eficientes, económicas y con potencial escalamiento a niveles de producción industrial y la entrega en formato electrónico con las características indicadas por el docente.

Elabora y entrega un portafolio de evidencias con: artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso, reportes técnicos que expliquen las estrategias aplicadas en cada práctica de laboratorio o los procesos observados en visitas al sector productivo, con informe a contener: resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía

V. DESARROLLO POR UNIDADES
UNIDAD I. Materiales y Nanomateriales

Competencia:
Distinguir las áreas y campos de aplicación de los materiales, a través de la valoración de sus propiedades estructurales y de desempeño, para determinar los recursos materiales y herramientas necesarias en la integración de la nanotecnología en el desarrollo de productos eficientes, con creatividad, proactividad y actitud crítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Tipos de materiales y nanomateriales
    1.1.1. Arreglo y movimiento de los átomos en los materiales
    1.1.2. Control de micro- y nanoestructura
1.2. Propiedades de los nanomateriales
1.3. Principales aplicaciones de la nanotecnología
1.4. Producción industrial de nanomateriales
1.5. Disponibilidad de materia prima
1.6. Propiedades subjetivas de los materiales
1.7. Innovación nanotecnológica
1.8. Nanopartículas e ingeniería de nanopartículas
1.9. Superficies e ingeniería de superficies
1.10. Áreas de oportunidad para la integración de nanomateriales en la industria, sociedad y medio ambiente.

UNIDAD II. Materiales metálicos y cerámicos

Competencia:
Diferenciar los materiales metálicos y cerámicos, mediante la valoración de sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas, para distinguir las áreas de oportunidad hacia la integración de nanotecnología en la mejora de sus características, con actitud crítica, analítica y proactiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1. Tipo de materiales metálicos
- 2.1.2. Métales férreos
  - 2.1.2.1. Aceros
  - 2.1.2.2. Fundiciones
- 2.1.3. Aleaciones no férreas
  - 2.1.3.1. Metales refractarios
  - 2.1.3.2. Aleaciones ligeras
- 2.1.4. Tecnología de nanorecubrimientos metálicos
- 2.1.5. Propiedades mecánicas de nanomateriales metálicos
  - 2.1.5.1. Esfuerzo y deformación
  - 2.1.5.2. Deformación elástica
  - 2.1.5.3. Deformación plástica
- 2.1.6. Aplicaciones de metales en innovación nanotecnológica

2.2. Materiales cerámicos
- 2.2.1. Productos cerámicos tradicionales
- 2.2.2. Cerámicas ingenieriles
- 2.2.3. El vidrio
- 2.2.4. El concreto
- 2.2.5. Influencia de porosidad y dureza
- 2.2.6. Propiedades mecánicas de cerámicos
  - 2.2.6.1. Ensayos de fracturas
  - 2.2.6.2. Tensión-deformación
  - 2.2.6.3. Comportamiento elástico
- 2.2.7. Comportamiento refractario
- 2.2.8. Comportamiento eléctrico
- 2.2.9. Aplicaciones de cerámicos en innovación nanotecnológica

UNIDAD III. Nanomateriales basados en carbono y materiales poliméricos

Competencia:
Distinguir las ventajas que presentan los materiales basados en cadenas de carbono, mediante la evaluación de sus propiedades estructurales, fisicoquímicas y mecánicas, para determinar su contribución en el desarrollo de nuevos productos nanotecnológicos, con responsabilidad, creatividad y actitud crítica.

Contenido: **Duración:** 3 horas

3.1. Propiedades de estructuras de carbono
- 3.1.1. Nanomateriales con diferentes estructuras de carbono
  - 3.1.1.1 Fullerenos
  - 3.1.1.2. Nanotubos de carbono
  - 3.1.1.3. Grafeno
- 3.1.2. Aplicaciones de estructuras de carbono

3.2. Propiedades de polímeros
- 3.2.1. Clasificación de los polímeros
- 3.2.2. Polímeros amorfos
- 3.2.3. Cristalinidad de polímeros
- 3.2.4. Modificación de superficies de polímeros
- 3.2.5. Procesamiento de polímeros
- 3.2.6. Principales plásticos industriales
- 3.2.7. Polímeros como plantillas para síntesis de nanomateriales
- 3.2.8. Nanopartículas poliméricas
- 3.2.9. Propiedades mecánicas de polímeros
  - 3.2.9.1. Esfuerzo-deformación
  - 3.2.9.2. Deformación elastomérica
  - 3.2.9.3. Fractura de polímeros
  - 3.2.9.4. Resistencia al impacto
  - 3.2.9.5. Resistencia a la torsión y dureza.
- 3.2.10. Aplicación de polímeros en innovación nanotecnológica

UNIDAD IV. Materiales compuestos

Competencia:
Identificar la eficiencia de desempeño de los materiales compuestos, mediante el análisis de sus propiedades mecánicas, para detectar las áreas de oportunidad en la inclusión de productos nanotecnológicos hacia la mejora de sus propiedades específicas, con responsabilidad, persistencia y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1. Materiales compuestos
- 4.1.1. Materiales híbridos orgánicos-inorgánicos
- 4.1.2. Nanocompositos
  - 4.1.2.1. Estrategias para síntesis de nanocompositos
- 4.1.3. Materiales compuestos reforzados por fibras
- 4.1.4. Materiales compuestos reforzados de nanopartículas
- 4.1.5. Materiales compuestos estructurales
  - 4.1.5.1. Materiales compuestos laminares
  - 4.1.5.2. Materiales compuestos multicapas.
- 4.1.6. Caracterización de nanocompositos
- 4.1.7. Aplicación de materiales compuestos en innovación nanotecnológica

UNIDAD V. Diseño

Competencia:
Proyectar diseños eficientes en la optimización de procesos, para promover la construcción e implementación de tecnologías adaptables al escalamiento industrial de productos nanotecnológicos, mediante el uso de herramientas de diseño computacional, con responsabilidad, creatividad e innovación.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1. Diseño en solidworks.
5.2. Introducción al software
5.3. Construcción de piezas simples
5.4. Ensamble de piezas
5.5. Diseño de reactores para la síntesis de nanomateriales.
5.6. Optimización de procesos

UNIDAD VI. Aplicaciones especializadas de nanomateriales

Competencia:
Reconocer las áreas prioritarias de aplicación de nanomateriales, para determinar el estado del arte y oportunidad de mejora en cuanto al desarrollo científico e ingenieril de productos nanotecnológicos, a través de la investigación rigurosa en las innovaciones reportadas por el sector productivo, salud y energía, con respeto al medio ambiente, actitud emprendedora y científica.

Contenido: **Duración:** 3 horas

6.1. Aplicaciones
- 6.1.1. Energía
  - 6.1.1.1. Celdas solares (celdas Grätzel Cell)
  - 6.1.1.2. Celdas fotovoltáicas orgánicas
  - 6.1.1.3. Celdas de combustibles
  - 6.1.1.4. Generación y almacenamiento de hidrógeno
  - 6.1.1.5. Celdas híbridas de energía
- 6.1.2. Automóviles
- 6.1.3. Deportes y juguetes
- 6.1.4. Textiles
- 6.1.5. Cosméticos
- 6.1.6. Degradación de tintes
- 6.1.7. Campo biomédico
  - 6.1.7.1. Diagnóstico por imágenes
  - 6.1.7.2. Liberación de fármacos
  - 6.1.7.3. Terapia de cáncer
  - 6.1.7.4. Reparación de tejidos
- 6.1.8. Agricultura y alimentos
- 6.1.9. Aplicaciones domésticas
- 6.1.10. Aeroespacial y defensa
- 6.1.11. Protección contra falla y deterioro
- 6.1.12. Prospectivas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Detectar el área de oportunidad de la aplicación de nanotecnología en el desarrollo de nuevos materiales, mediante el conocimiento de la relación actividad-estructura de la materia, para reconocer los productos nanotecnológicos de mayor relevancia en el mercado, con actitud analítica, creativa y responsable.	**Aplicación de nanomateriales** Consulta diferentes fuentes de información confiables, para obtener información estadística que permita evaluar las aplicaciones de la nanotecnología en productos disponibles comercialmente. Resuelve los cuestionarios proyectados en clase que permitan reconocer los productos nanotecnológicos de mayor relevancia en el mercado, o los que son de mayor interés para el sector productivo. Socializa y compara sus resultados al final del taller .	Artículos de difusión, revisión en internet sobre los avances reportados recientemente en el área de aplicación nanotecnológica. Acceso a base de datos UABC. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	3 horas
2	Integrar los conceptos sobre la ingeniería de superficies y nanopartículas, para la modificación controlada de materiales convencionales, mediante el análisis de los procesos adaptables al escalamiento industrial, con responsabilidad, actitud crítica y creativa.	**Ingeniería de nanopartículas y superficies** Resuelve preguntas sobre la influencia del ambiente o condiciones de reacción para el diseño y síntesis de nanopartículas o modificación de superficies. Analiza las propiedades que se quieren dotar de forma controlada a los materiales convencionales, para	Papel, lápiz, pluma, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas

		proponer metodologías adecuadas que puedan ser adaptadas a la producción industrial. Socializa y compara sus resultados.		
UNIDAD II				
3	Reconocer las propiedades de los metales y cerámicos a macro y nanoescala, mediante el análisis de información técnica de materiales, para destacar las diferencias de procesamiento en un mismo material, con actitud crítica, científica y analítica.	**Metales y cerámicos a macro y nanoescala.** Propone tablas comparativas incluyendo la información disponible para materiales metálicos y cerámicos, tanto a macro- como nanoescala. Esto con la finalidad de destacar las diferencias que presenta un mismo material cuando es procesado de distintas maneras. Socializa resultados de la propuesta durante la clase.	Handbooks y artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	3 horas
4	Describir los posibles comportamientos de metales y cerámicos a macro y nano escala, mediante el análisis de la información reportada sobre sus propiedades mecánicas, para diferenciar ventajas y limitaciones en sus aplicaciones, con responsabilidad, iniciativa y trabajo en equipo.	**Propiedades mecánicas de metales y cerámicos** Emplea su creatividad para describir los comportamientos de los materiales metálicos y cerámicos a la macro y nano escala, los cuales expuestos a ensayos de tensión, presentarán un comportamiento diferente, dependiendo también de su procesamiento y morfología. Coteja los resultados en equipo. Entrega la solución a las	Handbooks y artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas

		preguntas formuladas en clase.		
UNIDAD III				
5	Comprender las propiedades de los nanomateriales basados en carbono, mediante el análisis de sus estructuras químicas y dimensionales, para inferir los métodos con mayor eficiencia en la producción de estos nanomateriales, con actitud crítica, proactividad y respecto al medio ambiente.	**Nanomateriales basados en carbono**. Resuelve en clase ejercicios para reconocer los nanomateriales basados en carbono, sus propiedades específicas, y los procesos de síntesis. Da solución en equipo a las preguntas sobre los métodos menos costosos para producir nanotubos de carbono, fullerenos y grafeno. Consulta artículos científicos o ingenieriles que reporten métodos químicos para la obtención de estos nanomateriales. Socializa los resultados y los presenta en equipo.	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos	3 horas
6	Comprender las propiedades de los nanomateriales basados en polímeros, mediante el análisis de sus estructuras químicas y conformacionales, para reconocer los procesos de síntesis más eficientes de materiales nanoestructurados, con proactividad, actitud crítica y respeto al medio ambiente.	**Nanomateriales basados en polímeros.** Resuelve en clase ejercicios para reconocer los nanomateriales basados en polímeros, sus propiedades específicas, y los procesos de síntesis. Da solución en equipo a las preguntas sobre los métodos menos costosos para producir polímeros específicos. Consulta artículos científicos o ingenieriles que reporten métodos químicos para la obtención de estos materiales y su integración con productos nanoestructurados. Trabaja en equipo para resolver	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos.	3 horas

		los ejercicios relacionados con el uso de polímeros, así como sus ventajas y limitaciones.		
UNIDAD IV				
7	Identificar el impacto de los materiales híbridos y nanocompositos en el sector productivo, mediante la interpretación de las propiedades ingenieríles resultantes de la combinación entre materiales convencionales y nanoestructurados, para detectar las áreas de oportunidad e innovación de estos productos, con creatividad, actitud crítica e investigativa.	**Nanocompositos** Resuelve en clase ejercicios para reconocer la combinación de materiales convencionales con nanotecnología y su impacto en el sector productivo. Socializa las respuestas relacionadas con los diferentes métodos reportados de síntesis de estos materiales, así como las ventajas y áreas de oportunidad.	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional, que relacionen la síntesis de materiales compuestos y su impacto en la ingeniería. Papel, lápiz, pluma, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos.	3 horas
8	Distinguir la función que desempeñan los materiales de refuerzo en la actualidad, para reconocer su prospectiva en el desarrollo de productos innovadores, mediante la comparación de las propiedades mecánicas entre los materiales convencionales sin y con refuerzo de nanomateriales, con creatividad, responsabilidad, y actitud crítica.	**Materiales reforzados** Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de materiales reforzados y el estado del arte de la ingeniería de estos materiales. Para ello requiere realizar una investigación bibliográfica de los materiales reforzados con nanoestructuras. Socializar las respuestas en equipo y discutir las ventajas y limitaciones del enfoque.	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos.	3 horas
UNIDAD V				
9	Realizar bosquejos de piezas en 3D y su ensamble, para proponer diseños guías en la fabricación de tecnologías útiles en la síntesis	**Diseño 3D** Realiza en clase diseños a medida para la optimización de sistemas o tecnologías útiles para la	Programa para diseño 3D: Se recomienda Solidworks. Portafolio de evidencias con artículos científicos e ingenieriles	5 horas

	eficiente de nanomateriales, mediante el uso de software especializado, con creatividad, iniciativa y trabajo colaborativo.	fabricación de nanomateriales. Todo en un enfoque de lograr producir materiales a bajo costo, y con adaptación a su producción a escala de planta piloto e industrial. Al final del taller, socializará los resultados. Revisa la viabilidad de la propuesta, la cual debe estar apoyada en la argumentación sobre el éxito de la técnica de síntesis elegida, la cual debe estar reportada en la literatura.	indizados, trabajados a lo largo del curso. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal.	
UNIDAD VI				
10	Diferenciar las aplicaciones especializadas de nanomateriales, mediante el análisis del estado del arte en el desarrollo científico e ingenieril de productos innovadores, para determinar el impacto y beneficio a la sociedad, los sectores salud y medio ambiente, con honestidad y actitud crítica.	**Nanomateriales y sus aplicaciones** Propone tablas comparativas incluyendo la información disponible para nanomateriales desarrollados y en vía de desarrollo, con aplicaciones especializadas, especialmente en el sector salud, energía, medio ambiente, aeroespacial, entre otros. Esto con la finalidad de resaltar el impacto que representa la investigación y desarrollo orientado hacia la mejora continua. Socializa resultados de la propuesta durante la clase y los presenta por equipos.	Portafolio de evidencias con artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente	3 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer experimentalmente los procesos de síntesis de nanomateriales que sean adaptables a la producción a escala industrial, mediante el análisis de consumo energético y de reactivos, para distinguir las oportunidades de aplicación y comercialización de los productos nanotecnológicos, con actitud crítica, creativa y responsable.	**Síntesis de nanomateriales con métodos escalables.** Revisa información reportada en patentes y artículos científicos relacionados con la producción de nanomateriales. Realiza la síntesis de nanomateriales por métodos sencillos y eficientes, para compararlos con los métodos que requieren alto consumo de energía y/o sustancias químicas. Realiza anotaciones, cálculos y aproximaciones de los recursos gastados o consumidos. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, laser, fuentes eléctricas, agitadores de propela. Reactor o tecnología hidrotermal, reactor lecho fluidizado acoplado a plasma. Patentes y artículos científicos e ingenieriles relacionados con la producción de nanomateriales.	8 horas
UNIDAD II				
2	Verificar experimentalmente las estrategias de síntesis de materiales metálicos y cerámicos nanoestructurados especializados, mediante el uso de métodos en disolución y tecnologías de depósito, para comparar las propiedades de desempeño y escalamiento de los mismos, con responsabilidad, actitud proactiva e iniciativa.	**Materiales metálicos y cerámicos** Realiza prácticas para comparar tanto los métodos de síntesis de nanomateriales metálicos y cerámicos, así como las propiedades obtenidas de los productos nanoestructurados, en función de la estimación de costos de producción, escalamiento de la técnica, y desempeño.	Equipo o tecnología ALD o CVD, precursores ALD. Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, laser, fuentes eléctricas, agitadores de propela. Reactor o tecnología hidrotermal Herramientas mecánicas (pinzas, llaves, desarmadores) Elementos de protección (gafas de seguridad, bata)	8 horas

		Estructura y entrega de un reporte de su experimento por equipo de trabajo, enfatizando sus observaciones y conclusiones de manera individual.	Substratos para deposito: silicio pulido, vidrio, ITO, o nanotubos de carbono.	
UNIDAD III				
3	Determinar experimentalmente la eficiencia de estrategias simples, para la síntesis de nanomateriales basados en carbono y polímeros, mediante la verificación de parámetros y condiciones óptimas de reacción, con responsabilidad, compromiso, y trabajo en equipo.	**Nanomateriales basados en carbono y materiales poliméricos** Se realizan prácticas que involucran la síntesis de nanotubos de carbono por los métodos de Rocío pirolítico, y de polímeros por reacción en cadena o en etapas. En la práctica se busca identificar las variables de los procesos, y optimizar parámetros y condiciones para sintetizar estos nanomateriales con el menor consumo de energía y reactivos. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Reactor de rocío pirolítico, Herramientas mecánicas (pinzas, llaves, desarmadores) Elementos de protección (gafas de seguridad, bata) Reactivos químicos (ferroceno), solventes (tolueno), cristalería e instrumentos comunes de laboratorio (planchas de agitación y calentamiento, agitadores mecánicos). Filtros con membrana	8 horas
UNIDAD IV				

4	Controlar experimentalmente la integración de productos nanotecnológicos sobre sistemas convencionales, para verificar la preparación de materiales compuestos, a través de estrategias simples de mezclado o combinación, con creatividad, trabajo colaborativo y responsabilidad.	**Materiales compuestos** Se realizan prácticas que involucran la combinación de productos nanotecnológicos (nanopartículas, nanotubos, nanoesfera, entre otros) con productos convencionales (cementos, polímeros, resinas, entre otros). Se determinan las condiciones óptimas para realizar el mezclado o combinación del sistema nanotecnológico con el convencional. Se evalúan sus propiedades Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, fuentes eléctricas, agitadores de propela. Fuente UV. Monomeros de polimerización. Reactivos: cemento, alcohol etílico, precursores de hierro. Reactor o tecnología hidrotermal.	10 horas
UNIDAD V				
5	Proponer un reactor de síntesis óptimo y eficiente, para la producción de nanomateriales, mediante la elaboración de un diseño que tenga en cuenta todos los parámetros y condiciones que conduzcan a la formación de productos novedosos, con iniciativa, actitud crítica y respeto al medio ambiente.	**Diseño** Se realizará un diseño con el que se propone la construcción de una tecnología sistematizada para la producción de nanomateriales a bajo costo, y en un esquema escalable a producción por planta piloto e industrial. Para ello, los que proponen el diseño, medirán en laboratorio las condiciones ambientales a las que será expuesto el reactor. Entrega de un reporte del diseño y la argumentación de la propuesta, por equipo de trabajo.	Programa para diseño 3D: Se recomienda Solidworks. Portafolio de evidencias con artículos científicos e ingenieriles indizados, trabajados a lo largo del curso. Equipo de proyección de UABC y computadora personal.	6 horas

UNIDAD VI				
6	Evaluar experimentalmente el desempeño de nanomateriales en aplicaciones especializadas, mediante la medición de propiedades específicas del sistema nanoestructurado, para determinar sus oportunidades de mejora o funcionalidad, con actitud crítica, honestidad, y trabajo en equipo.	**Aplicaciones especializadas de nanomateriales** Se realizarán prácticas para evaluar el desempeño de un material nanoestructurado sintetizado, en una aplicación específica, por medio de la evaluación de las propiedades más importantes. También se aplicará ingeniería inversa para evaluar el nanomaterial integrado en tecnologías actuales. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.	Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, fuentes eléctricas, agitadores de propela. Fuente UV. Equipo UV-vis, FTIR. Celdas solares, componentes electrónicos, sistemas de liberación de fármacos,	8 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, técnicas y tecnologías para la síntesis y caracterización de nanomateriales, así como la ingeniería de los procesos. Se apoyará con presentaciones digitales, videos cortos y animaciones para facilitar la comprensión de aspectos claves relacionados con las rutas metodológicas o tecnologías escalables para la producción de materiales nanoestructurados.

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, y vii) proponer y entregar la solución al finalizar el taller, 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 de lo solicitado, iii) planear una estrategia que le permita ejecutar la implementación experimental a fin de obtener lo solicitado, 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 solicitados 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 vigente en los 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%
- Evidencias de desempeño 50%

(Portafolio de evidencias)

Talleres 5%
Tareas 5%
Informes de laboratorio 5%
Diagramas de flujo de prácticas de laboratorio.....5%
Artículos científicos e ingenieriles consultados 5%

(Investigación de rutas de síntesis y procesamiento de nanomateriales)…25%

- Prácticas de laboratorio 10%

Total.....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Askeland, D.R., Wright, W.J. (2016). *The Science and Engineering of Materials* (7ª ed). Estados Unidos: Cengage Learning©.

Bhushan, B., Luo, D., Schricker, S.R., Sigmund, W., Zauscher, S. (2014). *Handbook of Nanomaterials Properties* (Vol 1). Estados Unidos: Springer.

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

Aravind, D.; Zhong-Zhen, Y.; y Yiu-Win M.. (2016). *Polymer Nanocomposit*es-*Towards Multi-Functionality*. Estados Unidos: Springer.

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

Parameswaranpillai, J., Hameed, N., Kurian, T., Yu, Y. (2016) *Nanocomposite Materials: Synthesis, Properties and Applications.* Estados Unidos: CRC Press.

Complementarias

Carraher, C.E. (2017) *Introduction to Polymer Chemistry* (4ª ed.). Estados Unidos: CRC Press.

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

Haghi, A. K., Zachariah, A.K. y Kalarikkal, N. (2013). *Nanomaterials: Synthesis, Characterization, and Applications.* Estados Unidos: CRC Press. [clásica].

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].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta el curso de Ingeniería de Materiales y Nanomateriales, requiere título de licenciatura o ingeniería en el área de Nanociencias, Nanotecnología, Física y Química. De preferencia con posgrado en dichas áreas. Debe contar con experiencia en docencia y habilidades síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados, manejo de instrumental de laboratorio. 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 cuente con experiencia en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.