

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:** Síntesis de Nanomateriales
5. **Clave:** 33550
6. **HC:** 01 **HL:** 03 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 07
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA
Franklin David Muñoz Muñoz
Hugo Jesús Tizado Vázquez

Firma
A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Franklin David Muñoz Muñoz".

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



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

Firma
A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Humberto Cervantes de Avila".

Fecha: 5 de septiembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Síntesis de Nanomateriales es que el alumno aprenda los principios básicos de los diferentes métodos y técnicas que se requieren para la preparación o síntesis de nanomateriales, así como la aplicabilidad de los productos nanotecnológicos en el sector académico y productivo. Su utilidad recae en ofrecer al estudiante los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo de instrumentación, síntesis de materiales nanoestructurados, así como la propuesta de rutas alternativas para producción de nanomateriales con propiedades específicas y control de características como forma, tamaño, volumen, entre otros. Lo anterior apoyado en valores y actitudes como la responsabilidad, perseverancia y proactividad, que coadyuven en su formación integral. En cuanto a sus características, se imparte en la etapa disciplinaria, con carácter de obligatorio.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer estrategias para la síntesis de nanomateriales, mediante la valoración de metodologías y tecnologías adecuadas, para el desarrollo de productos eficientes y competitivos, con constancia, responsabilidad y respeto al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un portafolio de evidencias con: Investigaciones documentales de las metodologías y técnicas de síntesis de nanomateriales; reportes técnicos que expliquen las estrategias aplicadas en cada práctica de laboratorio con informe el cual debe contener: resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía

V. DESARROLLO POR UNIDADES
UNIDAD I. Introducción a la síntesis de nanomateriales

Competencia:

Reconocer las propiedades estructurales y dimensionales que presentan los nanomateriales, a través de la valoración de sus arreglos atómicos, moleculares y cristalinos, para interpretar su comportamiento, funcionalidad, desempeño y la forma en que se procesan en una aplicación nanotecnológica, con creatividad, proactividad y perseverancia.

Contenido:

Duración: 3 horas

- 1.1 Arreglo de átomos
- 1.2 Dimensionalidad de nanoestructuras
 - 1.2.1 Estructuras cristalinas en dos dimensiones
 - 1.2.2 Estructuras cristalinas en tres dimensiones
- 1.3 Enlaces en sólidos
 - 1.3.1 Covalente
 - 1.3.2 Iónico
 - 1.3.3 Metálico
 - 1.3.4 Enlaces secundarios
- 1.4 Enfoque Top-Down y Botton-Up

UNIDAD II. Métodos físicos de síntesis

Competencia:

Conceptualizar los diferentes métodos físicos de síntesis de nanomateriales, mediante la valoración de las tecnologías que operan bajo principios físicos, para distinguir las ventajas y limitaciones de los productos nanotecnológicos generados por este enfoque, con entusiasmo, liderazgo y persistencia.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 2.1. Métodos mecánicos
 - 2.1.1. Molienda
 - 2.1.2. Mezclado fundido
- 2.2. Métodos basados en evaporación
 - 2.2.1. Deposición de vapor físico
 - 2.2.2. Deposición de haz de iones
 - 2.2.3. Vaporización por Laser (Ablación)
 - 2.2.4. Pirolisis laser
- 2.3. Deposición por erosión catódica (Sputtering)
 - 2.3.1. DC Sputtering
 - 2.3.2. RF Sputtering
 - 2.3.3. Magnetron Sputtering
- 2.4. Deposición por arco eléctrico
- 2.5. Técnicas de haz de iones (implantación de iones)
- 2.6. Epitaxia de haz molecular (MBE)

UNIDAD III. Métodos químicos de síntesis

Competencia:

Analizar los diferentes métodos químicos de síntesis de nanomateriales, mediante la valoración de las metodologías y tecnologías que implican la transformación de materia, para distinguir las ventajas y limitaciones de los productos nanotecnológicos generados por esta ruta, con responsabilidad, creatividad y persistencia.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 3.1. Coloides en solución
 - 3.1.1. Interacción de coloides
 - 3.1.2. Síntesis de coloides
- 3.2. Nucleación y crecimiento de nanopartículas
 - 3.2.1. Coprecipitación química
 - 3.2.2. Síntesis de nanopartículas metálicas y semiconductoras por rutas coloidales
- 3.3. Método Lagmuir-Blodgett (LB)
- 3.4. Microemulsiones
- 3.5. Método Sol-gel
- 3.6. Síntesis hidrotermal
- 3.7. Síntesis sonoquímica
- 3.8. Síntesis por microondas
- 3.9. Rocio pirolítico
- 3.10. Deposición de vapor químico (CVD)
- 3.11. Deposición por capa atómica (ALD)
 - 3.11.1. Síntesis de películas delgadas por ALD
 - 3.11.2. Síntesis de nanopartículas núcleo-coraza
 - 3.11.3. Síntesis de nanotubos metálicos o de óxido de metal
- 3.12. Fotolitografía
- 3.13. Microreactores

UNIDAD IV. Métodos biológicos de síntesis

Competencia:

Integrar los diferentes métodos biológicos de síntesis de nanomateriales, mediante la valoración de las estrategias y metodologías que implican el aprovechamiento de sistemas biológicos, para distinguir las ventajas y limitaciones de los productos nanotecnológicos generados por esta ruta, con responsabilidad, persistencia y respeto al medio ambiente.

Contenido:**Duración:** 3 horas

- 4.1. Síntesis usando microorganismos
- 4.2. Síntesis usando extractos de plantas
- 4.3. Uso de plantillas de proteínas o DNA
- 4.4. Síntesis de nanopartículas usando DNA

UNIDAD V. Nanotecnología y medio ambiente

Competencia:

Analizar el impacto que genera la nanotecnología, mediante el análisis de las problemáticas ambientales y de salud actuales, con la finalidad de determinar las metodologías adecuadas para el tratamiento, manipulación, almacenamiento y desecho de sustancias relacionadas con procesos nanotecnológicos, con responsabilidad, actitud crítica y de respeto al medio ambiente.

Contenido:**Duración:** 2 horas

- 5.1. Nanotecnología y su impacto en el medio ambiente y polución
- 5.2. Efecto de nanotecnología en la salud humana

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Reconocer las propiedades de estructura y dimensión que se pueden obtener con los nanomateriales, mediante el análisis del arreglo estructural y forma que compone a la materia, para establecer su relación con las propiedades específicas de la materia a nano escala, con actitud analítica, crítica y responsable.	<p>Introducción a la síntesis Consulta en la tabla periódica la información para analizar la configuración electrónica de cada elemento y su relación con propiedades específicas de la materia a nano escala. Resuelve los ejercicios de dimensionalidad proyectados en clase y compara con resultados reportados al final del taller.</p>	Tabla periódica de los elementos, papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas
2	Identificar los conceptos básicos sobre la relación estructura-propiedades, mediante la valoración de los enlaces entre los elementos que conforman el nanomaterial, para analizar los tipos de reacciones químicas que conducen a la formación del mismo, con responsabilidad, actitud crítica y creativa.	<p>Análisis de estructura Consulta en la tabla periódica la información para analizar la configuración electrónica de cada elemento y los tipos de reacciones químicas que puede establecer con otros elementos para formar nanomateriales. Resuelve los ejercicios y compara con los resultados reportados al final del taller.</p>	Tabla periódica de los elementos, papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón y plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas

3	Comprender los enfoques Top-Down y Bottom-Up en la síntesis de nanomateriales, mediante la investigación y análisis de sus procesos y métodos, para distinguir las ventajas y limitaciones de dichos enfoques, con actitud crítica, persistencia y compromiso.	Enfoques TOP-DOWN Y BOTTOM-UP Consulta revistas científicas e ingenieriles indexadas internacionales para identificar y comparar los enfoques reportados para la síntesis de un nanomaterial. Resuelve los cuestionarios y compara los resultados.	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.	3 horas
UNIDAD II				
4	Comparar los métodos y técnicas de síntesis de nanomateriales basados en procesos físicos, para diferenciar el tipo de experimentación e instrumentación que requieren, mediante el análisis de los principios físicos involucrados, con iniciativa, actitud creativa y crítica.	Tecnologías de síntesis por métodos físicos. Propone tablas comparativas incluyendo la información disponible para diferenciar cada tipo de instrumentación y accesorios requerido para las técnicas de síntesis de nanomateriales que funcionan bajo principios físicos. Socializa resultados de la propuesta durante la clase.	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.	3 horas
5	Describir los diferentes métodos de síntesis por procesos físicos, para diferenciar las tecnologías basadas en procesos de erosión catódica, vaporización y depósito, mediante el análisis de sus instrumentos y componentes, con responsabilidad, iniciativa y trabajo en equipo.	Erosión catódica vs vaporización vs otras técnicas de depósito físico. Emplea su creatividad para describir los componentes o piezas que integran los diferentes tipos de tecnologías para la síntesis de nanomateriales por métodos físicos. Coteja los resultados en equipo. Entrega la solución a las preguntas formuladas en clase.	Procesos y manuales de operación de tecnologías de síntesis de nanomateriales por métodos físicos, reportados en la literatura y videos. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas

UNIDAD III				
6	Comprender los métodos de síntesis química de nanomateriales, mediante el análisis de reacciones químicas involucradas en los procesos, para la generación de materiales nanoestructurados a bajo costo, con proactividad, creatividad, y trabajo en equipo.	<p>Transformación química de los procesos.</p> <p>Resuelve en clase ejercicios para reconocer los procesos de transformación química y las reacciones que describen dichos cambios en las metodologías de síntesis de nanomateriales. Da respuesta en equipo a las preguntas sobre las condiciones de reacción involucradas en métodos de sol-gel, co-precipitación química, microemulsiones, hidrotermal, sonoquímica y microondas. Consulta artículos científicos o ingenieriles que reporten métodos químicos para la obtención de nanomateriales.</p>	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional y videos. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas
7	Comprender el funcionamiento de las tecnologías de síntesis de nanomateriales CVD, ALD y fotolitografía, para lograr la síntesis de materiales nanoestructurados por procesos de depósito y plantillas, mediante el análisis de las transformaciones químicas involucradas en cada una de ellas, con actitud crítica, creatividad, y trabajo en equipo.	<p>CVD, ALD y Fotolitografía</p> <p>Resuelve en clase ejercicios para reconocer los procesos de transformación química que se presentan con el uso de tecnologías CVD, ALD y fotolitografía, además de establecer las diferencias en el principio de funcionamiento de estas tecnologías. Trabaja en equipo para resolver los ejercicios relacionados con las condiciones experimentales que requieren estas tecnologías, así como sus ventajas y limitaciones.</p>	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional, que relacionen el uso de las técnicas CVD, ALD y fotolitografía. Manuales de funcionamiento de tecnologías ALD, fotolitografía comerciales y videos. Papel, lápiz, pluma, calculadora, pizarrón, plumones. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	3 horas
UNIDAD IV				

8	Comprender la participación de los procesos biológicos en la síntesis de nanomateriales, mediante el uso de microorganismos o moléculas biológicas, para determinar las ventajas y limitaciones de estas técnicas, con responsabilidad, asertividad y respeto al medio ambiente.	<p>Síntesis biológica de nanomateriales</p> <p>Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de biología y biotecnología en la síntesis de nanomateriales. Socializa las respuestas relacionadas con los diferentes métodos reportados de síntesis biológica de materiales nanoestructurados, así como las ventajas y limitaciones de estas técnicas.</p>	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional, que relacionen el uso de la biotecnología en la producción de nanomateriales. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente. Videos con documentales de aplicación biotecnológica.	3 horas
9	Relacionar el método de síntesis usando plantillas biológicas, mediante la incorporación de DNA como molécula molde, para reconocer la aplicación de moléculas biológicas en la síntesis de nanomateriales, con responsabilidad, actitud crítica y respeto al medio ambiente.	<p>Uso de plantillas biológicas</p> <p>Resuelve en clase ejercicios para reconocer la aplicación de moléculas biológicas como DNA, para usarse como moldes en la síntesis de nanomateriales. Establece los aspectos clave en la aplicación de esta estrategia. Socializa las respuestas en equipo y discute las ventajas y limitaciones de la técnica.</p>	Artículos científicos e ingenieriles reportados en revistas indexadas de circulación internacional, que relacionen el uso de las moléculas biológicas como plantillas para la síntesis de nanomateriales y videos. Equipo de proyección de UABC y computadora personal de docente.	2 horas
UNIDAD V				
10	Analizar el impacto de la nanotecnología en el medio ambiente, mediante la valoración del consumo de sustancias químicas estimado en la síntesis de nanomateriales, para establecer su relación con las problemáticas actuales en el área de medio ambiente, con responsabilidad, respeto al medio ambiente y honestidad.	<p>Impacto ambiental</p> <p>Resuelve en clase ejercicios para estimar el consumo de sustancias químicas o emisión de sustancias tóxicas derivadas de los procesos de síntesis de nanomateriales, tanto a escala industrial como de laboratorio.</p> <p>Al final del taller, socializa los resultados y su relación con las problemáticas actuales en el área de medio ambiente. Revisa los procesos de síntesis de</p>	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

		nanomateriales, a través de la consulta de trabajos de investigación reportados en revistas indexadas.		
11	Proponer estrategias de evaluación del impacto de los nanomateriales en la salud humana, mediante el análisis estadístico de información reportada sobre nanomateriales comercialmente disponibles, para establecer su relación con las problemáticas actuales en el área de salud, con responsabilidad, servicio, y honestidad.	Impacto en la salud humana Resuelve en equipo, la formulación de preguntas relacionadas con el efecto de nanomateriales y nanotecnología en la salud humana. Interpreta los posibles resultados de la encuesta. Argumenta y socializa en grupo los diferentes puntos de vista.	Artículos científicos y documentales relacionados con el efecto de nanomateriales en la salud. 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	Verificar experimentalmente la diferencia entre los enfoques top-down y bottom-up, mediante el análisis de materiales previamente sintetizados, para distinguir sus ventajas y limitaciones, con actitud crítica, creativa y responsable.	<p>Enfoques Top-down y Bottom-up Partiendo de sistemas nanoestructurados previamente sintetizados por dos enfoques diferentes: top-down y bottom-up; demuestra las propiedades de cada material, y compara los métodos de síntesis, para determinar las ventajas y desventajas de cada enfoque. Realiza y entrega un reporte del experimento por equipo de trabajo.</p>	<p>Materiales nanoestructurados previamente sintetizados. Instrumental de laboratorio: vasos, estufas, pinzas, solventes químicos, imanes, laser, fuentes eléctricas. Tecnología de difracción de rayos X (XRD), microscopía de fuerza atómica (AFM). Resultados previos de análisis por microscopías o espectroscopías electrónicas.</p>	6 horas
UNIDAD II				
2	Verificar experimentalmente la aplicación de procesos que involucran cambios físicos, para establecer las diferencias entre las tecnologías de síntesis de materiales nanoestructurados, mediante el uso de instrumentos basados en métodos mecánicos, de vaporización, depósito e implantación, con responsabilidad, compromiso e iniciativa.	<p>Métodos mecánicos, de vaporización, depósito e implantación Bajo la supervisión de un experto en la operación de tecnologías basadas en métodos mecánicos, de vaporización, de depósito o implantación de iones; realiza prácticas para el conocimiento de cada parte que integra la tecnología, las condiciones y variables de operación. Interpreta los resultados del producto nanotecnológico obtenido.</p> <p>Estructura y entrega de un reporte de su experimento por equipo de trabajo, enfatizando sus</p>	<p>Equipo para molienda (Molinos de bolas), equipo de pulverización catódica (Sputtering), equipo de deposición de vapor físico, equipo de ablación laser, herramientas mecánicas (pinzas, llaves, desarmadores), elementos de protección (gafas de seguridad, bata) y substratos para depósito: silicio pulido, vidrio, ITO.</p>	14 horas

		observaciones y conclusiones de manera individual.		
UNIDAD III				
3	<p>Verificar experimentalmente la aplicación de procesos que involucran transformación de materia, para inducir la síntesis de materiales nanoestructurados, mediante el uso de metodologías que promueven reacciones químicas específicas, con responsabilidad, compromiso y actitud crítica.</p>	<p>Métodos y tecnologías para la síntesis química de nanomateriales</p> <p>Realiza prácticas que involucran la síntesis de nanopartículas por los métodos de coprecipitación química, sol-gel y sistemas coloidales y microemulsiones. También realiza prácticas que involucran el uso de equipo o tecnologías para promover reacciones químicas como son: reactor hidrotermal, microondas, rocío pirolítico, CVD, ALD, y fotolitografía.</p> <p>Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p>	<p>Equipo o tecnología ALD, equipo o tecnología CVD, reactor microondas, reactor de rocío pirolítico, equipo o tecnología de fotolitografía, reactor hidrotermal, tinas ultrasonido, herramientas mecánicas (pinzas, llaves, desarmadores), elementos de protección (gafas de seguridad, bata), substratos para deposito: silicio pulido, vidrio, ITO, reactivos químicos, precursores ALD, solventes, cristalería e instrumentos comunes de laboratorio (planchas de agitación y calentamiento, agitadores mecánicos).</p>	16 horas
UNIDAD IV				

4	<p>Verificar experimentalmente la aplicación de procesos biológicos, para controlar la síntesis de materiales nanoestructurados, mediante el uso de metodologías que utilizan microorganismos o moléculas de DNA como reactores y plantillas, respectivamente; con responsabilidad, actitud creativa y respeto al medio ambiente.</p>	<p>Microorganismos y moléculas biológicas para la síntesis de nanomateriales Realiza prácticas que involucran el uso de microorganismo o de moléculas de DNA como medio para la síntesis de nanomateriales. Demuestra como un sistema biológico genera productos nanotecnológicos con control estricto de cualidades y propiedades. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p>	<p>Equipo de laboratorio de Biología (refrigerador, incubadoras, micropipetas, microscopios, cristalería, desionizador de agua, homogeneizadores, equipo UV-vis, placas y lectores de placas, gel de electroforesis). Cultivos de microorganismos y DNA.</p>	6 horas
UNIDAD V				
5	<p>Determinar experimentalmente la dispersión de nanopartículas en medios controlados, para analizar el efecto de los productos nanotecnológicos en el medio ambiente; mediante el uso de tecnologías que permitan la cuantificación en medios acuosos, con responsabilidad, actitud creativa y respeto al medio ambiente.</p>	<p>Nanopartículas en el medio ambiente Bajo la supervisión de un experto en la manipulación de instrumentos de dispersión dinámica de luz (DLS), se realizan prácticas para la determinación de nanopartículas dispersadas en medios acuosos cerrados, bajo condiciones controladas. Entrega de un reporte de sus observaciones, por equipo de trabajo.</p>	<p>Instrumentos o tecnología DLS. Muestra nanotecnológica para análisis. Micropipetas, cristalería e implementos de uso común en laboratorio. Bitácora, pluma o lápiz.</p>	6 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 manera de ejemplo en metodología, técnicas y tecnologías para la síntesis de nanomateriales. Se apoyará con presentaciones digitales, videos cortos y animaciones para facilitar la comprensión de aspectos claves relacionados con las rutas metodológicas y/o los principios de funcionamiento de equipo especializado para la síntesis 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, 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%
- Prácticas de laboratorio	10%
- Evidencia de desempeño (Portafolio de evidencias).....	50%
(Talleres	10%
Tareas	10%
Informes de laboratorio	10%
Diagramas de flujo de prácticas de laboratorio.....	10%
Artículos científicos e ingenieriles consultados	10%)
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

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

Haghi, A. K., Zachariah, A.K. y Kalarikkal, N. (2013). *Nanomaterials: Synthesis, Characterization, and Applications*. 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.

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

Complementarias

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

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta el curso de Síntesis de Nanomateriales, requiere título de licenciatura o ingeniería en el área de Nanociencias, Nanotecnología, Física y Química. De preferencia con posgrado en dichas áreas. Se sugiere que presente experiencia laboral y docente de por los menos dos años. Además debe contar con en habilidades en la síntesis de nanomateriales por vías químicas, físicas o biológicas, y manejo de instrumental de laboratorio. Así como poseer 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 en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.