

**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; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería, Mexicali y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Electrónica e Ingeniero Aeroespacial
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Nanotecnología y Nanomateriales
5. **Clave:**
6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Terminal
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**

Abraham Arias León

**Firma**

**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**

Humberto Cervantes de Ávila  
Rocío Alejandra Chávez Santoscoy  
Alejandro Mungaray Moctezuma

**Firma**

Fecha: 21 de noviembre de 2018

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La Nanotecnología y Nanomateriales representa la evolución en la ciencia e ingeniería; debido a los avances de la tecnología, ha sido posible manipular la materia a escala atómica. La mayoría de la disciplina de ingeniería, incluyendo la electrónica conserva la tendencia a la miniaturización, por lo tanto, el conocimiento de esta disciplina cobra relevancia en la actualidad.

El propósito del curso de Nanotecnología y Nanomateriales es proporcionar los fundamentos y principios básicos del comportamiento de los materiales en la escala nanométrica y sus aplicaciones tecnológicas, que permitirán al alumno ser partícipes de la tendencia tecnológica de la miniaturización y el desarrollo de aplicaciones que solventen necesidades propias del campo del conocimiento de la ingeniería mediante el uso o aplicación de la nanotecnología. El curso permitirá introducir al estudiante a los materiales, procesos físicos y químicos, así como los instrumentos y herramientas empleadas en la caracterización, análisis y generación de nanotecnología de acuerdo con la normatividad internacional vigente; la unidad de aprendizaje fortalecerá la actitud profesional, investigadora, metódica, la visión de desarrollo sustentable y el estudio auto-dirigido.

Para los dos Programas Educativos esta asignatura es optativa de la etapa terminal y corresponde al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería, para el programa de Ingeniero Aeroespacial se imparte en la etapa terminal con carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Materiales Aeroespaciales.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Comprender los conceptos básicos, clasificación, técnicas de fabricación y análisis, y tendencias de la nanotecnología, mediante el uso de técnicas de investigación y tecnologías de la información y comunicación, para la identificación de áreas de oportunidad donde la nanotecnología pueda ser aplicada en las ramas de la ingeniería, de acuerdo con la normatividad internacional vigente, con actitud profesional y visión de desarrollo sustentable.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Elabora una propuesta de investigación donde comunique de manera clara y concisa la aplicación de la nanotecnología para la solución de un problema del área de la ingeniería, indicando el nanomaterial a utilizar, la(s) propiedad (es) a aplicar para la solución del problema, las metas a alcanzar, los tiempos para realizarlo, los recursos a la disposición del proyecto, la descripción de actividades del equipo de trabajo y los productos entregables a los que se compromete el equipo de trabajo.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Nanotecnología y Nanomateriales

**Competencia:**

Comprender los fundamentos de la nanotecnología y nanomateriales, mediante la revisión rigurosa de la historia, conceptos y definiciones, para la identificación de los alcances y áreas de oportunidad de la nanotecnología, con actitud exploratoria de manera ética y profesional.

**Contenido:****Duración:** 4 horas

- 1.1. Historia de la Nanotecnología
- 1.2. Definición de Nanociencia y Nanotecnología
- 1.3. Formación de Nanomateriales
- 1.4. Propiedades de los Nanomateriales
- 1.5. Aplicaciones típicas de los Nanomateriales

### UNIDAD II. Clasificación de los Nanomateriales

**Competencia:**

Clasificar adecuadamente los nanomateriales de acuerdo con su dimensión, morfología y estructura, mediante el estudio de los enfoques propuestos en la literatura especializada, para su correcta identificación en aplicaciones de ingeniería, de forma responsable y consciente del entorno científico.

**Contenido:****Duración:** 4 horas

- 2.1. Materiales Bulto y Nanomateriales
- 2.2. Clasificación Dimensional de los Nanomateriales
  - 2.2.1. Materiales 0-D
  - 2.2.2. Materiales 1-D
  - 2.2.3. Materiales 2-D
  - 2.2.4. Materiales 3-D
- 2.3. Clasificación Morfológica de los Nanomateriales
- 2.4. Nanoestructuras y Materiales Nanoestructurados

### UNIDAD III. Síntesis y Fabricación de Nanomateriales

**Competencia:**

Describir los procedimientos de síntesis y fabricación de nanomateriales, mediante el análisis de los aspectos técnicos y aplicaciones, para desarrollar estrategias de obtención de materiales que solventen las necesidades de la comunidad, de forma organizada, clara y profesional.

**Contenido:****Duración:** 6 horas

- 3.1. Enfoques de la Manufactura de Nanotecnología
  - 3.1.1. Top-down
  - 3.1.2. Bottom-up
- 3.2. Síntesis de Nanomateriales
  - 3.2.1. Nucleación de Nanopartículas
  - 3.2.2. Conglomerados (*Clusters*)
  - 3.2.3. Técnicas de Deposición Física de Vapor
  - 3.2.4. Técnicas de Deposición Química de Vapor
  - 3.2.5. Fabricación por Desgaste Mecánico y Sinterizado
  - 3.2.6. Sol-Gel
  - 3.2.7. Electrodeposición

## UNIDAD IV. Caracterización de Nanomateriales

### Competencia:

Identificar las diferentes técnicas de caracterización estructural, morfológica, eléctrica, óptica y composicional de nanomateriales, mediante la descripción de funcionamiento y operación de estas, para seleccionar la técnica de caracterización que proporcione los parámetros que se deseen conocer de los nanomateriales, atendiendo la normatividad internacional vigente, con actitud profesional y visión de desarrollo sustentable.

### Contenido:

**Duración:** 6 horas

- 4.1. Técnicas de Caracterización Estructural
- 4.2. Técnicas de Caracterización Morfológica
- 4.3. Técnicas de Caracterización Eléctrica
- 4.4. Técnicas de Caracterización Óptica
- 4.5. Técnicas de Caracterización Composicional

## UNIDAD V. Aplicaciones de la Nanotecnología

### Competencia:

Distinguir las distintas aplicaciones de la nanotecnología en las diversas ramas de la ciencia e ingeniería, mediante la descripción detallada de las disciplinas emergentes, para elaborar propuestas de desarrollo de aplicaciones nanotecnológicas, con responsabilidad ética y sentido de formación permanente.

### Contenido:

**Duración:** 8 horas

- 5.1. Nanoelectrónica
- 5.2. Fotónica
- 5.3. Sistemas micro y nanoelectromecánicos
- 5.4. Nanocompositos
- 5.5. Nanocatálisis
- 5.6. Nanobiomedicina
- 5.7. Espintrónica

## UNIDAD VI. Nanotecnología y su Impacto

### **Competencia:**

Describir el impacto de la nanotecnología en la sociedad, economía y medio ambiente, mediante el análisis de la situación actual de la calidad del medio ambiente y la estructura socioeconómica global, para determinar las implicaciones éticas, riesgos ambientales y el desarrollo económico que conlleva el uso de la nanotecnología, con actitud analítica, responsable y con respeto al medio ambiente.

### **Contenido:**

**Duración:** 4 horas

- 6.1. Sostenibilidad y responsabilidad social de la Nanotecnología
- 6.2. Impacto ecológico y ambiental de la Nanotecnología
- 6.3. Productos comerciales basados en Nanotecnología y su impacto económico

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Describir el desarrollo histórico y definiciones de la nanotecnología, mediante la investigación documental, para la identificación de los alcances y áreas de oportunidad de la nanotecnología, con actitud exploratoria, de manera ética y profesional.	Elabora una infografía donde se presente del desarrollo histórico de la nanotecnología en orden cronológico, los alcances del ramo, las principales aplicaciones y áreas de oportunidad.	Libros de texto, artículos científicos, computadora con acceso a internet, software para edición de textos y presentaciones.	4 horas
2	Clasificar adecuadamente los nanomateriales de acuerdo a sus propiedades, mediante el estudio de los enfoques propuestos en la literatura especializada, para su correcta identificación en aplicaciones de ingeniería, de forma responsable y consciente del entorno científico.	Elabora un mapa donde se clasifiquen los nanomateriales de acuerdo a los enfoques sugeridos en clase, incluya su nomenclatura, características dimensionales y morfológicas de los materiales, así como proveer ejemplos de nanomateriales utilizados en cada una de las presentaciones.	Artículos científicos, computadora con acceso a internet, software para edición de imágenes y software para dibujo asistido por computadora.	4 horas
3	Analizar los procesos de síntesis y fabricación de nanomateriales, mediante la revisión de literatura especializada y el estudio de casos, para desarrollar estrategias de obtención de materiales que solventen las necesidades de la comunidad, de forma organizada, clara y profesional.	Realiza una investigación documental profunda de artículos científicos y textos con rigor científico y factor de impacto, sobre una técnica de síntesis y fabricación de nanomateriales, para exponer de manera clara y concisa a sus compañeros de clase.	Libros de texto, artículos científicos, hojas de aplicación, manuales de equipo, computadora con acceso a internet, software para edición de textos, presentaciones y proyector.	6 horas
4	Identificar las diferentes técnicas de caracterización de nanomateriales, mediante el estudio de manuales, hojas de aplicación y artículos científicos, para seleccionar la técnica de caracterización que proporcione los parámetros que se deseen conocer de	Realiza una investigación documental profunda de artículos y textos con rigor científico sobre una técnica de caracterización de nanomateriales, para ser expuestos de manera clara y concisa a sus compañeros de	Libros de texto, artículos científicos, hojas de aplicación, manuales de equipo, computadora con acceso a internet, software para edición de textos y presentaciones y proyector.	6 horas

	los nanomateriales, atendiendo la normatividad internacional vigente, con actitud profesional y visión de desarrollo sustentable.	clase.		
5	Distinguir las aplicaciones de la nanotecnología en las diversas ramas de la ciencia e ingeniería, mediante la investigación documental de revistas científicas, estudios de casos y tesis de posgrado, para elaborar propuestas de desarrollo de aplicaciones nanotecnológicas, de forma organizada con responsabilidad ética y sentido de formación permanente.	Realiza la revisión de un estudio de caso de nanotecnología donde el alumno analice y tome en consideración las condiciones de un problema histórico real. Posteriormente realiza una propuesta metodológica o plan de acción de manera justificada para alcanzar el resultado esperado.	Libros de texto, artículos científicos, computadora con acceso a internet y software para edición de textos.	8 horas
6	Describir el impacto de la nanotecnología en la sociedad, economía y medio ambiente, mediante la documentación y discusión de casos reales, para determinar las implicaciones éticas, riesgos ambientales y el desarrollo económico que conlleva el uso de la nanotecnología, con actitud analítica, responsable y con respeto al medio ambiente.	Elabora un análisis del impacto ambiental, social y económico de una disciplina de la nanotecnología afín a su formación ingenieril o intereses personales. El análisis deberá incluir el estado actual y una perspectiva del impacto futuro de la disciplina.	Libros de texto, artículos científicos, computadora con acceso a internet y software para edición de textos.	4 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)**

El maestro expondrá de forma ordenada, clara y concisa los antecedentes históricos, conceptos básicos, métodos de fabricación, caracterización y aplicación de la nanotecnología. Incorporará estudio de casos históricos reales proporcionando atmósferas de aprendizaje donde se fomente el desarrollo de la capacidad de análisis y la argumentación entre los estudiantes. Además, guiará al estudiante en la elaboración de una propuesta de investigación científica a través de la realimentación en cada etapa del proceso de elaboración de la propuesta, revisando la pertinencia de la propuesta en su área de estudio, la factibilidad y la congruencia con la metodología establecida.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

El estudiante realizará trabajos de investigación de forma individual y en equipo, a través de la revisión de fuentes de información confiable y rigurosa. Elaborará de manera individual infografías y organizadores gráficos que comparará con los de sus compañeros en un proceso de retroalimentación para fomentar la autoevaluación. En equipo, preparará presentaciones orales sobre el contenido temático del curso; también formará parte de un equipo de trabajo que propondrá la aplicación de las propiedades de nanomateriales en la solución de problemas en el área de ingeniería; así, como la elaboración de un análisis del impacto social, ambiental y económico de la disciplina.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### **Criterios de acreditación**

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |                               |      |
|-------------------------------|------|
| - Evaluaciones teóricas.....  | 40%  |
| - Prácticas de taller.....    | 30%  |
| - Evidencia de desempeño..... | 30%  |
| (Propuesta de investigación)  |      |
| Total.....                    | 100% |

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Bhushan, B. (2017). <i>Springer handbook of nanotechnology</i>. Germany: Springer.</p> <p>Edelstein, A. S. &amp; Cammaratra, R. C. (1998). <i>Nanomaterials: synthesis, properties and applications</i>. USA: CRC press. [clásica]</p> <p>Natelson, D. (2015). <i>Nanostructures and Nanotechnology</i>. UK: Cambridge University Press.</p> <p>Rogers, B., Adams, J. &amp; Pennathur, S. (2017). <i>Nanotechnology: understanding small systems</i>. USA: CRC Press.</p> <p>Schodek, D. L., Ferreira, P. &amp; Ashby, M. F. (2009). <i>Nanomaterials, nanotechnologies and design: an introduction for engineers and architects</i>. UK: Butterworth-Heinemann. [clásica]</p> <p>Vajtai, R. (Ed.). (2013). <i>Springer handbook of nanomaterials</i>. Germany: Springer Science &amp; Business Media.</p> <p>Zhong, W. H. (2012). <i>Nanoscience and nanomaterials: synthesis, manufacturing and industry impacts</i>. USA: DEStech Publications, Inc. [clásica]</p>	<p>ACS Publications. (s.f.). <i>ACS Nano</i>. Recuperado el 14 de septiembre de 2018, de <a href="https://pubs.acs.org/journal/ancac3">https://pubs.acs.org/journal/ancac3</a></p> <p>ACS Publications. (s.f.). <i>Nano Letters</i>. Recuperado el 14 de septiembre de 2018, de <a href="https://pubs.acs.org/journal/nalefd">https://pubs.acs.org/journal/nalefd</a></p> <p>Gleiter, H. (2000). <i>Nanostructured materials: basic concepts and microstructure</i>. Netherlands: Acta materialia, 48(1), 1-29. [clásica]</p> <p>Gregory, P., Lenders, J., Liang, D., &amp; Stimson, L. (1999-2019). <i>Advanced Materials</i>. USA: Wiley. Recuperado el 14 de septiembre de 2018, de <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095">https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095</a></p> <p>Nature. (2019). <i>Nature nanotechnology</i>. Germany: Springer Nature. Recuperado el 14 de septiembre de 2018, de <a href="https://www.nature.com/nnano/">https://www.nature.com/nnano/</a></p> <p>Pokropivny, V. V. &amp; Skorokhod, V. V. (2007). <i>Classification of nanostructures by dimensionality and concept of surface forms engineering in nanomaterial science</i>. USA: Materials Science and Engineering: C, 27(5-8), 990-993. [clásica]</p> <p>Takeuchi, N. (2009). <i>Nanociencia y nanotecnología: la construcción de un mundo mejor átomo por átomo</i> (No. 53 620.5). e-libro, Corp. [clásica]</p> <p>Velázquez, A. M. (2011). <i>Una revolución en miniatura: Nanotecnología al servicio de la humanidad</i>. España: Universidad de Valencia. [clásica]</p>

	Ying, J. (2018). <i>Nano Today</i> . USA: Elsevier. Obtenido de <a href="https://www.journals.elsevier.com/nano-today">https://www.journals.elsevier.com/nano-today</a>
--	---

<b>X. PERFIL DEL DOCENTE</b>
------------------------------

<p>El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Ingeniero o licenciado en ciencias de la ingeniería, de preferencia con posgrado en nanotecnología o área afín. Preferentemente con tres años de experiencia en investigación en el área de nanotecnología, experiencia mínima de un año como docente en nivel universitario y con cursos pedagógicos. Proactivo, facilidad para transmitir el conocimiento y responsable.</p>
--