

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Introducción a los Nanomateriales
<b>Clave de la asignatura:</b>	MAE-1014
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-1-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Materiales

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Materiales el conocimiento teórico sobre la preparación, síntesis, caracterización y propiedades de los nanomateriales, relacionando el procesamiento y la estructura a nivel nanométrico con las propiedades físicas y químicas resultantes y por lo tanto con sus posibles aplicaciones.

Esta asignatura es importante porque abre una puerta a los nuevos materiales que se están desarrollando y que modificarán la vida diaria de la humanidad en los próximos años, permitiendo la actualización del Ingeniero en Materiales sobre las nuevas tendencias de los materiales industriales y de las tecnologías emergentes.

El presente programa busca presentar a los nanomateriales no solamente como una nueva área o clase de materiales, sino como una extensión de los materiales cerámicos, poliméricos, metálicos y compuestos; esto basado en las novedosas propiedades que emergen al presentarse estos mismos materiales en forma de partículas nanométricas o de materiales nanoestructurados. Sin embargo, no se deja de lado a los materiales que deben ser presentados como nanomateriales por derecho propio, como son las nanoestructuras de carbono y los materiales de la vida (ADN, proteínas, etc.).

De esta manera es que se hace una nueva visita a las competencias previamente adquiridas relacionadas con la síntesis, caracterización, procesamiento y propiedades de materiales cerámicos, metálicos, poliméricos y compuestos, creándose un puente a versiones avanzadas de estos materiales.

### Intención didáctica

La nanotecnología requiere ser entendida partiendo de los conceptos básicos para interpretar adecuadamente los cambios que se generan en los materiales a esta escala y en base a ellos comprender las nuevas y provechosas oportunidades de aplicación que abre este tipo de materiales. Por tal motivo el temario se ha desarrollado de tal forma que una imagen general de la nanotecnología en la sociedad y de los conceptos básicos que permiten el entendimiento de dichos cambios se abordan en los primeros dos temas de la asignatura. En el tercer tema se analizan tópicos relacionados con la síntesis de los nanomateriales. El cuarto tema revisa las técnicas que se utilizan para la caracterización de los mismos, y finalmente en el quinto tema se abordan algunos ejemplos de nanomateriales que refuerzan los conceptos plasmados en los temas anteriores, así como nuevos conceptos de nanoestructuras a nivel biológico.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Los contenidos deben ser tratados de manera profesional y enfocada a la formación de los futuros ingenieros, esto quiere decir que los nanomateriales y la nanotecnología deben ser presentados considerando las propiedades mejoradas que se pueden obtener, así como las provechosas aplicaciones que se vislumbran, pero sin caer en la exaltación del tema, como a veces ocurre en los medios de información alrededor de éste tipo de temas. Se debe buscar como objetivo de la asignatura el lograr relacionar la estructura a nivel nanométrico con las propiedades del material y por lo tanto con sus aplicaciones; recordando que los nanomateriales no son solamente una nueva área o clase de materiales, sino que representan también una manera de extender los materiales cerámicos, poliméricos, metálicos y compuestos; esto basado en las novedosas propiedades que emergen al presentarse estos mismos materiales en forma de partículas nanométricas o de materiales nanoestructurados.

De la misma manera, los contenidos deben ser vistos como una extensión de los conocimientos y competencias ya adquiridos por los alumnos en asignaturas previas, buscando establecer cómo el cambio de tamaño de partícula provoca un cambio en las propiedades del material y el porqué de la necesidad de modificar los métodos de síntesis y de caracterización respecto a materiales tradicionales. Esto es, no solamente describir o enlistar ejemplos de nanomateriales y de sus nuevas propiedades sino abrir la puerta a la real comprensión de los porqués de sus propiedades o de los porqués de sus aplicaciones. Esto permitirá al futuro Ingeniero ser más competente para adaptarse a las nuevas tendencias de los materiales.

En el transcurso de las actividades programadas se estarán desarrollando las capacidades de abstracción, de análisis y síntesis, para organizar y planificar el tiempo, de comunicación escrita y oral, de comunicación en un segundo idioma, de investigación, para aprender y actualizarse permanentemente, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes fuentes. Todo ellos mediante la interpretación de los fenómenos físicos y químicos, del desarrollo de reportes y de análisis de artículos técnico-científicos, así como el análisis, comparación y exposición de información proveniente de diversas fuentes.

El docente debe de lograr la comunicación efectiva de los conceptos, promover la búsqueda e interpretación de información tanto de manera autónoma como en equipo, ser capaz de aprovechar el conocimiento y las competencias previas de los alumnos en las áreas de cerámicos, polímeros y metales para poder llevar al alumno a una mejor comprensión de los nanomateriales, así como promover un ambiente en el que los alumnos puedan sentirse seguros de explorar en temas y conocimientos que están en la frontera de su actual formación y de usar su creatividad para proponer aplicaciones de materiales.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.

Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Chihuahua, Irapuato, Morelia, Querétaro, Saltillo y Zacatecas.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Saltillo.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Conoce y comprende las diferentes propiedades y aplicaciones que pueden tener los materiales desde el punto de vista nanométrico y las compara con las de materiales no nanométricos

#### 5. Competencias previas

- Conoce, interpreta y aplica conceptos básicos de física, química, matemáticas, termodinámica, cinética, polímeros, metales, cerámicos, compuestos, metales y semiconductores.
- Conoce técnicas y métodos básicos de síntesis, procesamiento, caracterización y aplicación de materiales.

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la nanotecnología	1.1 Conceptos básicos: nanómetro, nanotecnología, nanociencia, nanoestructura, Bottom-up, Top-down 1.2 Historia de la nanotecnología 1.3 Aplicaciones, productos comerciales, y proyecciones de la nanotecnología
2	Propiedades de los materiales en la escala nanométrica	2.1 Comparación entre las propiedades de los materiales y los nanomateriales 2.2 Ejemplos de nanopartículas, materiales nanoestructurados y sus propiedades (nanopartículas metálicas y semiconductoras, nanofibras, C60, grafeno, cristales

		<p>nanoestructurados, etc.)</p> <p>2.3 Proporción superficie/volumen en las partículas y su dependencia del tamaño</p> <p>2.4 Efectos en las propiedades de las nanopartículas al aumentar la proporción superficie/volumen (reactividad química, propiedades térmicas, efecto bacteriológico)</p> <p>2.3 Otras propiedades emergentes de los nanomateriales (propiedades mecánicas y electrónicas dependientes del tamaño de grano o de partícula)</p>
3	Síntesis de nanomateriales	<p>3.1 Deposición de vapor químico</p> <p>3.2 Molienda (atrición y alta energía)</p> <p>3.3 Sol-gel</p> <p>3.4 Hidrotermia</p> <p>3.5 Nanolitografía</p> <p>3.6 Otros métodos</p>
4	Técnicas de caracterización aplicadas a nanomateriales	<p>4.1 Nanometrología</p> <p>4.2 Equipos con capacidad para observar a escala nanométrica (MEB, MET, M. Efecto Túnel, M. Fuerza Atómica, Espectroscopia Ramman, UV, Infrarrojo)</p>
5	Tópicos de nanomateriales	<p>5.1 Nano-estructuras de carbono, propiedades y aplicaciones (fulerenos, nanotubos, grafeno)</p> <p>5.2 Materiales biológicos</p> <p>5.2.1 Ácidos nucleicos</p> <p>5.2.2 Proceso biológico de traducción del ADN a proteínas</p> <p>5.2.3 Nanomateriales biológicos</p> <p>5.3 Perspectivas de la nanotecnología</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción a la nanotecnología	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Ubica a los nanomateriales bajo un contexto histórico y comercial actual.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis, para aprender y actualizarse permanentemente, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes fuentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar por escrito un ensayo sobre los conceptos básicos, las perspectivas y proyecciones de la nanotecnología.</li> <li>Ubicar en el tiempo los acontecimientos principales de la historia de la nanotecnología</li> <li>Investigar y exponer en equipo sobre aplicaciones y productos comerciales existentes, considerando de manera crítica la confiabilidad de las fuentes de información utilizadas.</li> </ul>

Propiedades de los materiales en la escala nanométrica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Identifica las diferencias entre las propiedades de las nanopartículas y materiales nanoestructurados respecto a los materiales tradicionales, así como identificar y comprender las razones físicas para este cambio de propiedades.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, de análisis y síntesis, de investigación, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes fuentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir los cambios en los valores de diferentes propiedades físicas y químicas de varios materiales al disminuir el tamaño de partícula a la escala nanométrica.</li> <li>• Realizar ejercicios de cálculo de proporción superficie/volumen para diferentes morfologías geométricas (esfera, cubo) y diferentes tamaños y de su efecto en las aplicaciones del material (propiedades físicas, químicas y bacteriológicas)</li> </ul>
Síntesis de nanomateriales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Identifica los métodos utilizados para sintetizar diferentes nanomateriales.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, de análisis y síntesis, para organizar y planificar el tiempo, de comunicación escrita y oral, de investigación, para aprender y actualizarse permanentemente, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes fuentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre los diferentes métodos de síntesis.</li> <li>• Preparar presentaciones por equipo donde se relacione el método de síntesis con las nanoestructuras obtenidas y las diferencias al sintetizar materiales no nanoestructurados.</li> <li>• Discutir y plasmar en grupos de trabajo los fenómenos que están ocurriendo a nivel atómico que generan las nanoestructuras y los materiales nanoestructurados.</li> </ul>
Técnicas de caracterización aplicadas a nanomateriales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Recomienda la técnica adecuada para caracterizar diferentes nanomateriales.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, de análisis y síntesis, para organizar y planificar el tiempo, de comunicación escrita y oral, de investigación, para aprender y actualizarse permanentemente, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre las diferentes técnicas de caracterización.</li> <li>• Preparar presentaciones por equipo donde se relacione la técnica de caracterización las nanoestructuras caracterizadas y las diferencias al caracterizar materiales no nanoestructurados.</li> <li>• Desarrollar un proyecto integrador de la asignatura, que consiste en el análisis y discusión de un artículo técnico-científico desde los diferentes aspectos que se han tratado en clase, esto es el nanomaterial, sus</li> </ul>

fuentes.	propiedades, su síntesis, su caracterización y su aplicación, discutiendo la selección de los métodos de síntesis y caracterización.
<b>Tópicos de nanomateriales</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Reconocer las proyecciones del futuro de la nanotecnología en base a los materiales más comunes de aplicación (nanoestructuras de carbono) y a los nanomateriales con funcionalidad más sorprendente (ADN, proteínas).</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades para organizar y planificar el tiempo, de comunicación escrita y oral, de comunicación en un segundo idioma, de investigación, para aprender y actualizarse permanentemente, de trabajo en equipo y para buscar, procesar y analizar información proveniente de diferentes fuentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir modelos/maquetas de nanoestructuras de carbono y de cadenas de ADN, reconociendo sus características estructurales principales.</li> <li>• Presentar reporte del proyecto integrador de la asignatura, que consiste en el análisis y discusión de un artículo técnico-científico desde los diferentes aspectos que se han tratado en clase, esto es el nanomaterial, sus propiedades, su síntesis, su caracterización y su aplicación, discutiendo la selección del método de síntesis y de la técnica de caracterización.</li> </ul>

### 8. Práctica(s)

- Preparación de nanopartículas por sol-gel, hidrólisis, coprecipitación, etc.
- Síntesis de nanotubos de carbón
- Caracterización por microscopía electrónica de barrido
- Análisis de morfología y tamaño promedio de partícula
- Visualización y análisis de nanomateriales (nanoestructuras de carbono, ADN, proteínas), utilizando software libre de visualización de moléculas
- Visita grupal a un centro de investigación o laboratorio relacionado con los nanomateriales

*Sujeto a disponibilidad de equipo de laboratorio y materiales*

### 9. Proyecto de asignatura

El proyecto de la asignatura consiste en dar al estudiante una visión integral de la ciencia de los nanomateriales y posicionarlo en temas de frontera (se presenta un proyecto básico, el docente puede proponer y aplicar en el curso algún proyecto integral más ambicioso o específico):

- **Fundamentación:** considerando la experiencia educativa adquirida en las primeras cuatro unidades el alumno está preparado para interpretar de manera completa un artículo técnico-científico preferentemente escrito en el idioma inglés. El alumno de manera individual o en equipo podrá analizar, discutir y argumentar las características y propiedades del nanomaterial reportado en el artículo, argumentando a favor o en su caso proponiendo alternativas a los métodos de síntesis y de caracterización utilizados por el autor del artículo, así como analizar de manera crítica las posibles aplicaciones y proponiendo de manera creativa y fundamentada aplicaciones alternativas del material.



- **Planeación:** Durante el desarrollo del segundo tema se buscará y seleccionará un artículo técnico-científico relacionado con la síntesis, caracterización y aplicación de un nanomaterial. Durante el tercer y cuarto tema se analizará el documento en base a los temas presentados. Durante el desarrollo del quinto tema se deberá realizar el análisis crítico del artículo y la entrega del reporte o ensayo.
- **Ejecución:** Durante el desarrollo del segundo tema, el alumno podrá de manera individual o formando equipos buscar y seleccionar un artículo técnico-científico relacionado con la síntesis, caracterización y aplicación de un nanomaterial. Este documento deberá ser interpretado/traducido por los alumnos procurando no usar paquetes de traducción, sino mediante la lectura programada a lo largo del desarrollo del tercer y cuarto tema, de manera que puedan interpretar, analizar y hacer preguntas fundamentadas relacionadas con el artículo. Durante el desarrollo del quinto tema se deberá realizar el análisis crítico del artículo en base a las preguntas: ¿de qué tipo de nanomaterial se trata?, ¿qué estructura tiene?, ¿cómo su estructura afecta o genera sus propiedades especiales?, ¿qué método de síntesis fue utilizado?, ¿es el más adecuado o hay opciones mejores?, ¿qué técnica de caracterización se usó?, ¿es la mejor o hay opciones mejores?, ¿qué aplicaciones se proponen?, ¿qué otras aplicaciones serían posibles y por qué?
- **Evaluación:** La evaluación se realizará en base a una rúbrica conteniendo juicios de valoración para la calidad y extensión del análisis realizado en base a las preguntas mencionadas anteriormente. Puede ser mejor valorado si se relaciona el análisis con lo aprendido en asignaturas anteriores respecto a cerámicos, metales, polímeros, compuestos o caracterización.

## 10. Evaluación por competencias

- Exposiciones en clase.
- Reporte de investigación documental.
- Elaboración de mapas conceptuales.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos.
- Portafolio de evidencias.
- Reportes de prácticas de laboratorio y resultados obtenidos.
- Reporte de visita a centro de investigación o laboratorio (en su caso).
- Presentación/reporte de proyecto integral.

## 11. Fuentes de información

2. Binns, C. (2011): *Introduction to Nanoscience and Nanotechnology*, Ed. Wiley
3. Takeuchi, N. (2010) *Nanociencia y Nanotecnología*, Fondo de Cultura Económica, ISBN: 9786971601544
4. Jones, R.A.L., (2004). *Soft machines: nanotechnology and life*. Oxford University Press
5. Foster, L.E. (2005) *Nanotechnology: Science, Innovation and Opportunity*, Prentice Hall.
6. Baird, D., Nordman, A. y Schummer, J. (2004). *Discovering the Nanoscale*. IOS Press, Incorporated
7. Cao, G. (2004). *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*. Imperial Collage Press.
8. Ginobili, M. F. (2007) *New Topics in Nanotechnology Research*. Nova Science Pub. Inc.
9. Dirote, E.V. (2004) *Trends in Nanotechnology Research*. Nova Science Pub. Inc.
10. Ling, J.N. (2009/2010). *Nanotechnology Research Collection - 2009/2010*. DVD edition,
11. *Fundación española para la ciencia y la tecnología* Disponible en: <http://www.fecyt.es>