

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Síntesis de Nanomateriales
<b>Clave de la asignatura:</b>	NAF-0923
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Nanotecnología

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

El contenido de esta asignatura aporta al Ingeniero en Nanotecnología, los conocimientos fisicoquímicos y superficiales que están involucrados en la preparación y estabilización de materiales y estructuras en el orden de la nanoescala.

Ya que los fenómenos de superficie de las sustancias en alguno de los estados de agregación de la materia tienen una gran importancia en la comprensión de los fenómenos involucrados en la síntesis y estabilización de materiales nanoestructurados y las diversas metodologías de síntesis.

En base esto el Ingeniero en Nanotecnología entenderá los procedimientos involucrados en la síntesis de nanomateriales y desarrollará habilidades que le permitan llevarlo a la práctica en los laboratorios de síntesis.

Esta asignatura por su relevancia y aporte al perfil profesional, debe impartirse en el séptimo semestre de la carrera cuando el estudiante ya tiene conocimientos de química, Nanoquímica I y II, Fisicoquímica, Caracterización de materiales.

La investigación e innovación de nuevos materiales con lleva el conocimiento de las metodologías actuales para la preparación de nanomateriales en el estado líquido o sólido así como posibles variantes de las misma con el fin de preparar nuevos materiales con características novedosas con un alto criterio y calidad a la hora de preparar estos materiales y su caracterización posterior.

### Intención didáctica

Esta asignatura es importante en la formación del Ingeniero en Nanotecnología, ya que le provee las herramientas necesarias para el diseño y preparación de nanomateriales en base a un objetivo o problema de estudio en particular, con los conocimientos y principios adquiridos en esta asignatura el Ingeniero en Nanotecnología podrá preparar materiales con morfologías y estructuras específicas para alguna aplicación.

La asignatura se desarrolla en seis temas. Generando una secuencia lógica para los estudiantes sobre el tipo de materiales que se pueden preparar con base en las características específicas que se desea que dichos materiales posean, así como el análisis

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

y caracterización de los mismos, para tener un conocimiento significativo y aplicativo.

Al final del curso, el docente pedirá al alumno un proyecto en el cual se integren las competencias más relevantes a criterio del docente y de acuerdo con los contenidos de la asignatura y del objetivo general de la misma. Mediante este proyecto el alumno constata las habilidades adquiridas durante el curso.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez del 27 al 29 de Abril de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión Nacional de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología e Ingeniería en Logística del SNEST.
Instituto Tecnológico de Puebla del 8 al 12 de Junio de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ing. en Nanotecnología, Gestión Empresarial, Logística, y asignaturas comunes del SNEST.
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de Noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ing. en Nanotecnología, del SNEST.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de Mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Superior de Irapuato, Chihuahua, Saltillo.	Reunión de consolidación de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ing. en Nanotecnología, del SNEST.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería

		Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.
--	--	--

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

- Conoce y maneja los fundamentos cinéticos y termodinámicos diferentes métodos químicos y físicos en base a su energía total de superficie y su estabilización en la síntesis materiales a escala nanométrica y su caracterización, los cuales ayudarán a conocer las distintas fases, tamaño, forma y distribución espacial y posibles aplicaciones que puede poseer un material en base a su método de preparación.

#### 5. Competencias previas

- Comprende los conceptos de la teoría cuántica y de la estructura atómica, tomando como referencia las bases experimentales y los descubrimientos más significativos que contribuyeron a la construcción de la estructura electrónica de los átomos.
- Conoce los diferentes tipos de enlaces, su origen e influencia en las propiedades físicas y químicas de los compuestos, atendiendo a las fuerzas que intervienen para que los elementos reaccionen y se mantengan unidos, así como a las formas que adoptan.
- Identifica problemas que impliquen relaciones numéricas vinculadas a la composición de la materia y sus transformaciones.
- Comprende los principios generales de la absorción de la radiación electromagnética y espectrometría de masas y los aplicará como métodos analíticos para la identificación de sustancias y cuantificación de las mismas en trabajos de investigación, resolución de problemas y toma de decisiones.
- Define y clasifica a los nanomateriales naturales como materiales que surgen de la supraorganización molecular y los nanomateriales sintéticos como producto de una modificación artificial o procesamiento de compuestos químicos y su transformación química.
- Comprende las reacciones químicas involucradas en los diversos métodos de obtención de nanoestructuras de diferente dimensionalidad y sólidos porosos.
- Comprende los factores determinantes de los fenómenos de superficie y como se modelan algunos sistemas reales.
- Deduce ecuaciones diferenciales para el cálculo de propiedades termodinámicas y cambios termodinámicos en soluciones ideales y no-ideales.
- Interpreta diagramas de fases del equilibrio físico de soluciones ideales, determinando la existencia de dos fases y la composición de las fases formadas utilizando métodos gráficos y analíticos.
- Comprende los fundamentos de diferentes técnicas de caracterización de la microestructura y nanoestructura, y las propiedades físicas de los materiales, así como los fenómenos físicos involucrados para su aplicación.
- Interpreta y aplica la información obtenida de los materiales de manera concisa para su caracterización.

**6. Temario**

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1. Introducción y clasificación de nanomateriales. 1.2. Definición de superficie e Interface 1.3. Aproximaciones Bottom-Up y Top-Down 1.4. Retos de la Nanotecnología
2	Fisicoquímica de superficies sólidas	2.1 Introducción. 2.2 Energía de la superficie. 2.3 Potencial químico en función de la superficie de la curvatura. 2.4 Estabilidad Electroestática. 2.5 Estabilidad estérica.
3	Síntesis de Nanoestructuras en confinamiento de 3D	3.1. Introducción. 3.2. Nanopartículas a través de nucleación homogénea. 3.3. Nanopartículas a través de nucleación heterogénea. 3.4. Cinética de la síntesis confinada de nanopartículas. 3.5. Nanopartículas núcleo-coraza
4	Síntesis de Nanoestructuras en confinamiento de 2D	4.1. Introducción. 4.2. Crecimiento espontaneo de nanoestructuras. 4.3. Síntesis de nanoestructuras sobre plantillas. 4.4. Electrospining 4.5. Litografía
5	Películas Delgadas	5.1 Introducción. 5.2 Fundamentos del crecimiento de películas. 5.3 Ciencia del Vacío 5.3 Deposición física de vapor. 5.4 Deposición química de vapor. 5.5 Deposición de capa atómica. 5.7 Autoensamble. 5.8 Sol-Gel.
6	Aplicaciones de nanomateriales	6.1 Nanoelectrónica. 6.2. Biológicas. 6.3 Catálisis. 6.4 Nanomecánica. 6.5 Nanotubos de carbono emisores. 6.6 Celdas fotoelectroquímicas. 6.7 Cristales fotónicos y guías de onda de plasmón.

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

<b>1. Introducción</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los tipos de métodos empleados en la preparación de distintas nanoestructuras y nanomaterials y los efectos que presentan la superficie e interfaces en la estabilidad de estos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir a lo que se refiere el termino nanomaterial y como se clasifican los nanomateriales.</li> <li>• Plantear las expectativas de los nanomateriales el enfoque y aplicación actual y métodos de preparación.</li> <li>• Investigar y discutir los métodos de preparación bottom up y top down.</li> <li>• Discutir de las diferentes técnicas y su clasificación en la preparación de nanomateriales.</li> <li>• Investigar y discutir las condiciones de trabajo en el laboratorio para preparar nanomateriales.</li> </ul>
<b>2. Físicoquímica de superficies sólidas</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entiende los efectos de la reducción de tamaño con respecto a la estabilidad de la energía de superficie; la cual tendrá grandes efectos sobre las propiedades finales del nanomaterial y su estabilidad.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir como cambia la energía superficial de los materiales cuando se reduce la distancia de los átomos internos y los átomos de la superficie en los nanomateriales</li> <li>• Estudiar la estabilidad electrostática de los nanomateriales con respecto al ambiente químico que lo rodea y su energía de superficie.</li> <li>• Estudiar las Interacciones presentes entre dos partículas mediante la teoría DLVO.</li> <li>• Estudiar la estabilización estérica o covalente de los nanomateriales, analizando el efecto de disolventes, polímeros, surfactantes etc.</li> </ul>

<b>3. Síntesis de Nanoestructuras en confinamiento de 3D</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere los fundamentos necesarios para comprender los aspectos cinéticos y termodinámicos para la síntesis de nanoestructuras en confinamiento 3D.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los fundamentos de la síntesis de nanopartículas a través de una nucleación homogénea</li> <li>• Conocer y comprender la síntesis de nanopartículas a través de una nucleación homogénea controlada por parámetros cinéticos y termodinámicos.</li> <li>• Estudiar los fundamentos del crecimiento de los núcleos de nanopartículas en base a la energía total del sistema y la energía superficial.</li> <li>• Comprender la síntesis de nanopartículas metálicas y el efecto de los diversos agentes reductores.</li> <li>• Estudiar los fundamentos de la síntesis de nanopartículas a través de una nucleación heterogénea.</li> <li>• Síntesis de nanopartículas empleando diversos compuestos como micelas y los aspectos mecanísticos.</li> <li>• Estudiar los fundamentos de las nanopartículas núcleo-coraza y su síntesis.</li> </ul>
<b>4. Síntesis de Nanoestructuras en confinamiento de 2D</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquiere los fundamentos necesarios para comprender las diversas teorías empleadas para explicar la síntesis de nanoestructuras en confinamiento 2D y su funcionalización en base a su energía de superficie.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar la síntesis de nanomateriales de dos dimensiones por las siguientes metodologías:</li> <li>• Crecimiento espontáneo por evaporación o disolución condensación.</li> <li>• Crecimiento espontáneo VLS.</li> <li>• Crecimiento espontáneo por re-cristalización inducida por estrés.</li> <li>• Deposición electroforética.</li> <li>• Conversión con reacción química.</li> <li>• Electrospinning.</li> <li>• Litografía.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	
<b>5. Películas delgadas</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los fundamentos en el crecimiento de películas delgadas y sus diferentes métodos de preparación.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los fundamentos del crecimiento de capas delgadas.</li> <li>• Estudiar los fundamentos e importancia del vacío en la preparación de películas delgadas.</li> <li>• Estudiar los aspectos fundamentales de la síntesis de capas delgadas por deposición física y química de vapor.</li> <li>• Investigar y analizar los fundamentos de la técnica de síntesis sputtering.</li> <li>• Estudiar los fundamentos y parámetros cinéticos de las reacciones de crecimiento de capas delgadas.</li> <li>• Estudiar los fundamentos del sol-gel en la síntesis de películas delgadas.</li> </ul>
<b>6. Aplicaciones de nanomateriales</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacione las diversas metodologías y fundamentos de preparación de nanomateriales para la resolución de alguna problemática en los diversos campos de la ciencia e ingeniería.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidades de gestión de información</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar diversos artículos que se enfocan en la preparación de nanomateriales para la resolución de algún problema en particular.</li> <li>• Analizar los diversos campos de aplicación de los nanomateriales en base al método de aplicación</li> <li>• Investigar las nuevas aplicaciones de los nanomateriales en los diversos campos de la ciencia y la ingeniería a nivel nacional e internacional</li> <li>• Investigar qué tipo de nanomateriales están actualmente siendo aplicados y comercializados.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

Para complementar los conocimientos teóricos se propone la elaboración de proyectos extra-clase con laboratorio en las horas de trabajo adicional.

- Síntesis de nanotubos de carbono.
- Sintetizando nanopartículas.
- Síntesis de zeolitas.
- Obtención de suspensiones coloidales mediante sol-gel.
- Caracterización de diferentes nanomateriales y materiales mediante técnicas instrumentales.
- Revisión y exposición de artículos científicos.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación deber ser continua y formativa, por lo que se debe considerar el desempeño de cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo énfasis en:

- Participación en clase, Evaluaciones por tema.
- Realización de prácticas de laboratorio y elaboración del reporte.
- Reportes de lecturas y análisis de artículos científicos.
- Participación en debates, foros, diálogos (llevar los argumentos por escrito)
- Informe de una investigación documental.
- Entregar trabajos.

**11. Fuentes de información**

1. C. P. Poole and F. J. Owens, Introduction to Nanotechnology (Wiley, New Jersey, 2003)
2. C.J. Brinker and G.W. Scherer, Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing, Academic Press, San Diego, CA, 1990.
3. C. Koch (ed.), Nanostructured Materials: Processing, Properties and Potential Applications, William Andrew Publishing, New York, 2002.
4. Guozhong Cao (2004), Nanostructures and Nanomaterials, Synthesis, Properties, and Applications, London, Imperial College Press.
5. Dirk M. Guldi and Nazario Martín, (2010), Carbon Nanotubes and Related Structures synthesis, characterization, functionalization and application, Wiley-VCH.
6. William R. Moser (1996), Advanced Catalysts and Nanostructured Materials Modern Synthetic Methods, USA, Academic Press.
7. Peter J.F. Harris (2009), Carbon Nanotube Science synthesis, properties and applications, UK, Cambridge university press.
8. Ramesh, K.T. Nanomaterials, Mechanics and Mechanisms, Springer Dordrecht Heigelberg London New York
9. Kelsall, Robert W., Hamley, Ian W., Geoghegan, Mark, (2005) Nanoscale Science and Technology, John Wiley and Sons, USA
10. Yildirim Erbil H. (2006), Surface Chemistry of Solid and Liquid Interfaces, UK, Blackwell Publishing.