

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Síntesis de Nanomateriales**

Carrera: **Ingeniería en Nanotecnología**

Clave de la asignatura: **NAF-0923**

SATCA¹ **3 - 2 - 5**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Nanotecnología el conocimiento de las diversas metodologías que se estudian en la actualidad para la preparación de diversos nanomateriales, con el propósito de adaptar dichas metodologías para el diseño y preparación de nanomateriales con aplicaciones específicas.

En el área de Nanotecnología se manejan una amplia gama de materiales los cuales en base a su composición elemental requieren de técnicas o metodologías específicas para lograr su preparación en base a ciertas características para un propósito definido.

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. Este curso provee de las bases tanto de la metodología como los medios disponibles, para preparar nanoestructuras con fines específicos así como conocer las diferentes variables a controlar en el proceso de preparación de nanoestructuras.

Es necesario conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas tanto de los materiales de partida; como de los materiales a obtener antes de proceder a una aplicación tal cual con el fin de generar un sentido de alta calidad y responsabilidad en el diseño y preparación de nuevos materiales con lleva un seguimiento de la caracterización de los materiales y sus componentes.

Esta materia se relaciona con otras asignaturas dadas en semestres anteriores como Ciencia e Ingeniería de los materiales, Análisis instrumental y Caracterización de materiales.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en siete unidades, 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 y caracterización de los mismos, para tener un conocimiento significativo y aplicativo.

Se busca en un principio introducir al estudiante al área de preparación de materiales en forma general y, a partir de allí, se presentan las diferentes metodologías para la preparación de materiales, así como el estudio de las propiedades estructurales de estos.

El objetivo es mostrar las herramientas disponibles para que el estudiante prepare y caracterice materiales y que sea capaz de seleccionar la técnica adecuada para sintetizar nanomateriales y caracterizarlos para fines específicos, esto con base al tipo de material y a la aplicación que se requiere del material.

Se sugieren actividades de aprendizaje necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:

Conocer y manejar los diferentes métodos químicos y físicos para sintetizar materiales a escala nanométrica y su caracterización, los cuales ayudarán a conocer las distintas fases, su tamaño, forma y distribución espacial y posibles aplicaciones.

Competencias genéricas:

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
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.	Primera Reunión Nacional de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología e Ingeniería 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	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro,	Segunda Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el

2009	Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua	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.

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Conocer y manejar los diferentes métodos químicos y físicos para sintetizar materiales a escala nanométrica y su caracterización, los cuales ayudarán a conocer las distintas fases, su tamaño, forma y distribución espacial y posibles aplicaciones.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conoce las teorías de la estructura atómica.
- Conoce diferentes tipos de materiales y nanomateriales
- Conocimientos de química.
- Conoce diferentes técnicas de análisis instrumentales.
- Caracteriza estructuralmente diferentes nanomateriales.
- Conocimientos de física del estado sólido.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1 Introducción y clasificación de nanomateriales. 1.2 Desafíos en la nanotecnología. 1.3 Efectos de la escala nanométrica. 1.4 Métodos de preparación. 1.5 Métodos de caracterización de nanomateriales. 1.6 Preparación y almacenamiento.
2	Fisicoquímica de superficies sólidas	2.1 Introducción. 2.2 Propiedades electrónicas de los átomos y sólidos

3	Nanoestructuras en confinamiento de 3D	<ul style="list-style-type: none"> 2.3 Energía de la superficie. 2.4 Potencial químico en función de la superficie de la curvatura. 2.5 Estabilización Electrostática. 2.6 Estabilización estérica. 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 Core-Shell nanoparticles. 3.6 Estructura y estabilidad. 3.7 Propiedades mecánicas, ferromagnéticas, catalíticas.
4	Nanoestructuras en confinamiento de 2D	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Introducción. 4.2 Crecimiento espontaneo de nanoestructuras. 4.3 Síntesis de nanoestructuras sobre plantillas. 4.4 Electrospinning. 4.5 Litografía. 4.6 Técnicas de fabricación de nanoestructuras semiconductoras
5	Síntesis de Nanomateriales específicos	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Introducción. 5.2 Fullerenos y nanotubos de carbón. 5.3 Materiales micro y mesoporosos. 5.4 Materiales híbridos. 5.5 Compuestos intercalados. 5.6 Materiales nanocompositos.
6	Capas delgadas	<ul style="list-style-type: none"> 6.1 Introducción. 6.2 Fundamentos del crecimiento de películas. 6.3 Ciencia del vacío. 6.4 Deposición física de vapor. 6.5 Deposición química de vapor. 6.6 Deposición de capa atómica. 6.7 Autoensamble. 6.8 Sol-Gel.
7	Aplicaciones de nanomateriales	<ul style="list-style-type: none"> 7.1 Nanoelectrónica. 7.2 Biológicas. 7.3 Catálisis. 7.4 Nanomecánica.

		7.5 Nanotubos de carbono emisores. 7.6 Celdas fotoelectroquímicas. 7.7 Cristales fotónicos y guías de onda de plasmón.
--	--	--

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe fomentar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar actividades de análisis y discusión de temas relacionados con la preparación de materiales.
- Realizar a centros de investigación que ayuden a complementar lo analizado en clase.
- Asistir a seminarios sobre técnicas de preparación de materiales.
- Desarrollar prácticas de preparación de algunos materiales y su caracterización.
- Propiciar el análisis y la interpretación de resultados de las técnicas de caracterización.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

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

- Prácticas y reportes escritos de las mismas, así como de las conclusiones obtenidas de dichas prácticas.
- Presentación de resultados en seminarios internos invitando a un investigador relacionado con el tema a tratar para que este como moderador de las presentaciones y de una crítica constructiva para el aprendizaje y crecimiento de los estudiantes.
- Exámenes orales y escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Realizar un proyecto final en el cual se genere la aplicación del conocimiento adquirido en esta asignatura y otras asignaturas cursadas por los estudiantes fomentando la creatividad e innovación.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Introducción.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los principios la nanotecnología y los nanomateriales así como su clasificación en base al confinamiento atómico	<ul style="list-style-type: none">• Discutir a lo que se refiere el termino nanotecnología y como se clasifican los nanomateriales en base a su confinamiento atómico.• Plantear las expectativas de los nanomateriales el enfoque y aplicación actual y potencial en nuevos campos.• Estudiar los efectos que tiene la escala nanométrica sobre las propiedades de los materiales:<ul style="list-style-type: none">▪ Estructura▪ Térmicas▪ Químicas▪ Mecánicas▪ Ópticas▪ Eléctricas▪ Magnéticas• Investigar y discutir los métodos de preparación bottom up y top down.• Discutir de las diferentes técnicas y su clasificación de caracterización de nanomateriales.• Investigar y discutir las condiciones de trabajo en el laboratorio para preparar nanomateriales.

Unidad 2: Fisicoquímica de superficies sólidas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Entender los efectos de la dimensionalidad de los nanosistemas relacionados con la constitución de la materia	<ul style="list-style-type: none">• Analizar los modelos atómicos.• Analizar 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• Estudiar la estabilidad electrostática:<ul style="list-style-type: none">▪ Densidad de carga superficial▪ Potencial eléctrico en la proximidad de la superficie solida

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atracciones de tipo van der Waals ▪ Interacciones entre dos partículas: teoría DLVO. • Estudiar la estabilización estérica de los materiales, analizando el efecto de disolventes, polímeros, surfactantes etc.
--	---

Unidad 3: Nanoestructuras en confinamiento de 3D.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender los efectos mecanísticos de la síntesis de nanopartículas y las diferentes metodologías de síntesis.	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer como se sintetizan nanopartículas a través de una nucleación homogénea. • Conocer los fundamentos de la síntesis de nanopartículas a través de una nucleación homogénea • Estudiar como es el crecimiento de los núcleos de nanopartículas. • Comprender la síntesis de nanopartículas metálicas y el efecto de los diversos agentes reductores. • Estudiar la síntesis de nanopartículas semiconductoras. • Síntesis de nanopartículas de óxidos. • Conocer la síntesis de nanopartículas por la técnica sol-gel. • Conocer la síntesis de nanopartículas a través de una nucleación heterogénea. • Síntesis de nanopartículas con micelas y aspectos mecanísticos. • Síntesis por aerosol • Terminación del crecimiento de las nanopartículas. • Síntesis por spray-pirólisis.

Unidad 4: Nanoestructuras en confinamiento de 2D.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender la síntesis de nanoalambres, nanofibras y nanobastoncillos.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar la síntesis de nanomateriales de dos dimensiones por las siguientes metodologías:

	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento espontáneo por evaporación o disolución condensación. • Crecimiento espontáneo VLS. • Crecimiento espontáneo por re-cristalización inducida por estrés. • Deposición electroforética. • Conversión con reacción química. • Electrospinning. • Litografía.
--	---

Unidad 5: Síntesis de Nanomateriales específicos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender la síntesis de algunos nanomateriales específicos como los nanotubos de carbono y fulereno.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comprender la estructura de los nanotubos de carbono y fulereno. • Estudiar los métodos de síntesis de nanotubos de carbono y fulerenos. • Caracterización de nanotubos y fulerenos. • Comprender la síntesis de materiales micro y mesoporosos. • Estructuras core-shell • Materiales híbridos. • Materiales nanocompositos.

Unidad 6: Capas delgadas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los fundamentos para el crecimiento de capas delgadas y los diferentes métodos de preparación.	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos del crecimiento de capas delgadas. • Ciencia del vacío. • Estudiar los aspectos fundamentales de la síntesis de capas delgadas por deposición física y química de vapor. • Estudiar la técnica de síntesis sputtering. • Estudiar la cinética de las reacciones de crecimiento de capas delgadas. • Síntesis de capas delgadas por CVD. • Deposición electroquímica. • Capas delgadas por sol-gel.

Unidad 7: Aplicaciones de Nanomateriales.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer las áreas de aplicación de los nanomateriales sintetizados, como que requerimientos requieren los nanomateriales para aplicaciones específicas.	<ul style="list-style-type: none">• Conocer los fundamentos y alcances de la nanotecnología aplicada hoy en día.• Proponer nuevas aplicaciones o diseño de nuevos materiales para aplicarlos en :<ul style="list-style-type: none">- Fuentes de energía alterna.- Medicina.- Biología.- Catálisis.- Sensores.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. C. P. Poole and F. J. Owens, *Introduction to Nanotechnology* (Wiley, New Jersey, 2003)
2. G. Timp (Ed.), *Nanotechnology* (Springer-Verlag, New York, 1999)
3. C. Herring, *Structure and Properties of Solid Surfaces*, University of Chicago, Chicago, IL, 1952.
4. A.C. Pierre, *Introduction to Sol-Gel Processing*, Kluwer, Norwell, MA, 1998.
5. C.J. Brinker and G.W. Scherer, *Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing*, Academic Press, San Diego, CA, 1990.
6. G. Schmid (ed.), *Clusters and Colloids*, VCH, New York, 1994.
7. M. F. Ashby and D. R. H. Jones, *Engineering Materials*, Vols 1 and 2, Pergamon Press, New. York, 1980, 1986.
8. J. W. Martin, R. D. Doherty and B. Cantor, *Stability of Microstructure in Metallic Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
10. J. C. Anderson, K. D. Leaver, R. D. Rawlings and J. M. Alexander, *Materials Science*, Van Nostrand Reinhold, London, 1987
11. I. Brodie and J. J. Murray, *The Physics of Micro/Nano Fabrication*, Plenum Press, New York, 1992.
12. C. Surayanarayana (ed.), *Non-Equilibrium Processing of Materials*, Pergamon, Oxford, 1999.
13. C. Koch (ed.), *Nanostructured Materials: Processing, Properties and Potential Applications*, William Andrew Publishing, New York, 2002.
14. D. G. Morris, *Mechanical Behaviour of Nanostructured Materials*, Trans Tech, Switzerland, 1998.
15. M. E. Mchenry, M. A. Willard and D. E. Laughlin, *Progress in Materials Science*, Vol. 44, 1999, pp. 291–433.
16. E. Regis, *Nano. The Emerging Science of Nanotechnology: Remaking the World – Molecule by*

- Molecule (Little-Brown, Boston, 1995).
17. J. P. Sauvage, (ed.), *Structure and Bonding*, Vol. 99 (Springer-Verlag, Heidelberg, 2001).
 18. C. M. Niemeyer and C. A. Mirkin, *Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives*, (Wiley-VCH, Weinheim, 2004).
 19. A.L. Smith, *Particle Growth in Suspensions*, Academic Press, New York, 1983.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS.

1. Síntesis de nanopartículas metálicas y su caracterización por UV-Vis.
2. Síntesis de nanopartículas funcionalizadas y su caracterización.
3. Estudio del efecto del agente reductor en la síntesis de nanopartículas de plata.
4. Síntesis de nanopartículas de óxido de silicio y óxido de cobalto vía sol-gel.
5. Síntesis de nanopartículas por nucleación heterogénea.
6. Estudio de las propiedades fluorescentes de las nanopartículas.
7. Estudio del efecto de la temperatura en la síntesis de nanopartículas de óxido de titanio.
8. Caracterización de las nanopartículas de óxido de titanio por AFM.
9. Preparación de capas delgadas de óxido de titanio vía sol-gel.
10. Estudiar el efecto de las nanopartículas de óxido de titanio contra microorganismos.