

### 1. Datos generales de la asignatura

|                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nombre de la asignatura:</b> | Propiedades de los nanomateriales |
| <b>Clave de la asignatura:</b>  | ANL-2402                          |
| <b>SATCA<sup>1</sup>:</b>       | 4-1-5                             |
| <b>Carrera:</b>                 | Ingeniería en Nanotecnología      |

### 2. Presentación

| <b>Caracterización de la asignatura</b>   |
|---|
| <p>Esta asignatura de especialidad tiene como objeto comprender el comportamiento eléctrico-magnético, mecánico-estructural, óptico, térmico y químico-biológico. La finalidad de dar a conocer al estudiante la relación de las propiedades con el tamaño, forma, composición y estructura de los diferentes materiales, así como su campo de aplicación en la investigación y vida diaria.</p> <p>Para poder entender esta signatura, se requieren de los conocimientos adquiridos y las competencias alcanzadas en las asignaturas de "Nanofísica", "Nanobiología", "Nanoquímica", "Ciencia e Ingeniería de los Materiales" y "Estructura cerámica".</p> <p>Esta signatura hará hincapié en los fenómenos y reacciones que ocurren en los distintos tipos de materiales. Además, se estudiará cual es la relación que existe entre estructura cristalina, procesamiento, propiedades y aplicaciones.</p> |
| <b>Intención didáctica</b>  |
| <p>En la primera unidad se aborda lo referente a el comportamiento eléctrico-magnético.</p> <p>La unidad dos se basa en el estudio del comportamiento mecánico-estructural que presentan algunos materiales al ser sometidos a diferentes tipos de esfuerzos.</p> <p>La unidad tres se encarga de estudiar la interacción de los materiales con alguna longitud de onda del espectro electromagnético.</p> <p>La última unidad se ocupa del estudio del comportamiento térmico, químico y biológico que presentan algunos materiales ante un estímulo con la temperatura, la interacción con el medio ambiente y algunas reacciones químicas.</p>   |

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

| <b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>                              | <b>Participantes</b>  | <b>Evento</b>   |
|---|---|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo, 18 de noviembre del 2023. | D. en C. Mario Alejandro Villalpando Nieves<br>D. en C. Ernesto Rodríguez Andrade | Diseño de la especialidad de Ingeniería en Nanotecnología del ITSCH |

|  |                                       |  |
|--|---------------------------------------|--|
|  | INAN. Juan Manuel Luque<br>Murillo    |  |
|  | M. en C. Milagros Acosta<br>Navarrete |  |

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

| <b>Competencia (s) general (s) de la asignatura</b>  |
|--|
| Conocer y comprender el comportamiento eléctrico-magnético, mecánico-estructural, óptico, térmico y químico-biológico que presentan distintos nanomateriales.  |
| <b>Competencia (s) específicas</b>   |
| Conocer y comprender los fenómenos y cambios microestructurales que ocurren en los nanomateriales al aplicarles un estímulo externo (eléctrico-magnético, mecánico-estructural, óptico, térmico y químico-biológico).  |
| <b>Competencias genéricas</b>  |
| <p><b>Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>● Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>● Conocimiento de segunda lengua.</li> <li>● Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidad crítica y auto crítica.</li> <li>● Trabajo en equipo.</li> <li>● Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistemáticas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>● Habilidad de investigación.</li> <li>● Capacidad de aprender.</li> <li>● Capacidad de generar nuevas ideas.</li> <li>● Habilidad de trabajar en forma autónoma.</li> </ul> |

#### 5. Temario

| No | Temas                              | Subtemas  |
|----|------------------------------------|---|
| 1. | Comportamiento eléctrico-magnético | 1.1. Conceptos básicos<br>1.2. Conductividad iónica y electrónica<br>1.3. Estructura de banda en sólidos<br>1.4. Superconductividad<br>1.5. Comportamiento dieléctrico<br>1.6. Propiedades asociadas a polarización |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>(Piro, Ferro y Piezoelectricidad).</p> <p>1.7. Comportamiento magnético</p> <p>1.8. Origen del magnetismo en los materiales</p> <p>1.8.1 Ferromagnéticos</p> <p>1.8.2 Anti ferromagnéticos</p> <p>1.8.3 Paraferromagnéticos</p> <p>1.8.4 Ferri ferromagnéticos</p> <p>1.9. Ordenamiento magnético</p> <p>1.10. Aplicaciones</p>   |
| 2. | Comportamiento mecánico-estructural          | <p>3.1. Terminología de las propiedades mecánicas.</p> <p>3.1.1. Elasticidad.</p> <p>3.1.2. Módulo de elasticidad.</p> <p>3.2.3. Curvas esfuerzo-deformación.</p> <p>3.2. El ensayo de tensión.</p> <p>3.3. El ensayo de flexión para materiales frágiles.</p> <p>3.4. Dureza de los materiales.</p> <p>3.5. Mecánica de la fractura.</p> <p>3.6. Propiedades microestructurales de las fracturas en diferentes materiales.</p> <p>3.8. Materiales tribológicos.</p> <p>3.9 Aplicaciones</p> |
| 3. | Comportamiento óptico                        | <p>3.1. El espectro electromagnético</p> <p>3.2. Interacción de la luz con la materia</p> <p>3.2.1. Refracción</p> <p>3.2.2. Reflexión</p> <p>3.2.3. Absorción</p> <p>3.2.4. Transmisión</p> <p>3.3. Coeficiente de extinción</p> <p>3.4. Índice de refracción</p> <p>3.5. Coeficiente de absorción</p> <p>3.6. Reflectancia difusa y especular</p> <p>3.5. Cálculo de energía de banda prohibida</p> <p>3.5.1. Ecuación de Wood y Tauc</p> <p>3.5.2. Ecuación de Kubelka-Munk</p>           |
| 4. | Comportamiento térmico, químico y biológico. | <p>4.1. Introducción</p> <p>4.2. Capacidad de calor.</p> <p>4.3. Expansión térmica.</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>4.4. Conductividad térmica<br/>4.5 Choque térmico.<br/>4.6 Adsorción química y resistencia a la corrosión<br/>4.7 Compatibilidad biológica<br/>4.8 Catálisis<br/>4.9 Aplicaciones</p> |
|--|--|--|

## 6. Actividades de aprendizaje de los temas

| <b>1. Comportamiento eléctrico-magnético.</b>  |  |
|--|--|
| <b>Competencias</b>  | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |
| <p>Específica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocer y comprender el comportamiento eléctrico-magnético que presentan los distintos materiales y nanomateriales.</li> </ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lectura y comprensión de artículos en inglés.</li> <li>● Trabajo en equipo.</li> <li>● Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>● Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>● Indagación científica.</li> <li>● Habilidades de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar cómo se es que se lleva a cabo la conductividad iónica y electrónica en los materiales.</li> <li>● Investigar cuales son las diferencias entre los materiales semiconductores, aislantes y metales.</li> <li>● Investigar cuales son las vías para modificar la estructura de bandas de los semiconductores.</li> <li>● Investigar cuales son las características de los materiales dieléctricos.</li> <li>● Investigar las formas para poder medir la constante dieléctrica.</li> <li>● Investigar y discutir el origen del magnetismo.</li> <li>● Investigar y discutir cómo es que ocurre el fenómeno del magnetismo.</li> <li>● Investigar y exponer los distintos tipos de magnetismo que presentan los materiales magnéticos.</li> <li>● Investigar y discutir las maneras de medir el comportamiento magnético.</li> <li>● Generar un cuadro comparativo de los distintos materiales magnéticos.</li> </ul> |
| <b>2. Comportamiento mecánico-estructural.</b>   |  |

| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
|--|--|
| <p>Específica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocer y comprender el comportamiento mecánico-estructural que presentan los materiales y nanomateriales.</li> </ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lectura y comprensión de artículos en inglés.</li> <li>● Trabajo en equipo.</li> <li>● Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>● Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>● Indagación científica.</li> <li>● Habilidades de investigación.</li> <li>● Asumir un compromiso ético.</li> <li>● Mostrar habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar y discutir cual es la diferencia de la resistencia mecánica en diferentes materiales cerámicos, metálicos, plásticos y compuestos.</li> <li>● Investigar y exponer las distintas formas de medir la elasticidad en los materiales cerámicos.</li> <li>● Investigar y discutir la mecánica de fractura de los materiales cerámicos.</li> <li>● Realizar una práctica donde se midan diferentes propiedades mecánico-estructurales de los materiales.</li> <li>● Investigar y discutir las propiedades microestructurales de las fracturas en cerámicos, vidrios y materiales compuestos.</li> <li>● Generar un mapa mental de los materiales tribológicos, sus características y aplicaciones.</li> </ul> |

### 3. Comportamiento óptico.

| Competencias  | Actividades de Aprendizaje   |
|---|--|
| <p>Específica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocer y comprender el comportamiento óptico que presentan algunos materiales cerámicos.</li> </ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lectura y comprensión de artículos en inglés.</li> <li>● Trabajo en equipo.</li> <li>● Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>● Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>● Indagación científica.</li> <li>● Habilidades de investigación.</li> <li>● Solución de problemas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar las características principales del espectro electromagnético.</li> <li>● Investigar y exponer la interacción de la luz con la materia: absorción, reflexión, refracción y transmisión.</li> <li>● Lectura y discusión de artículos científicos de las propiedades ópticas de los materiales cerámicos.</li> <li>● Analizar, aplicar y comprender los cálculos empleados para el cálculo del coeficiente de extinción, absorción y refracción.</li> <li>● Analizar, aplicar y comprender los cálculos para determinar la energía de banda prohibida mediante la ecuación de Wood y Tauc (transmitancia y absorbancia óptica) y Kubelka-Munk (reflectancia óptica difusa).</li> </ul> |

### 4. Comportamiento térmico, químico y biológico.

| Competencias | Actividades de Aprendizaje |
|--------------|----------------------------|
|--------------|----------------------------|

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Específica (s)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocer y comprender el comportamiento térmico que presentan los materiales cerámicos.</li> </ul> <p><b>Genérica (s)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lectura y comprensión de artículos en inglés.</li> <li>● Trabajo en equipo.</li> <li>● Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>● Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>● Indagación científica.</li> <li>● Habilidades de investigación.</li> <li>● Asumir un compromiso ético.</li> <li>● Mostrar habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar y discutir las características de los materiales cerámicos con propiedades térmicas.</li> <li>● Investigar las formas de determinar las características térmicas de los materiales.</li> <li>● Resolver problemas acerca de la conductividad y expansión térmica de los materiales cerámicos.</li> <li>● Resolver problemas acerca de la capacidad térmica.</li> <li>● Investigar y conocer los distintos materiales resistentes a la corrosión.</li> <li>● Investigar y exponer la compatibilidad biológica que presentan distintos tipos de materiales y sus aplicaciones biomédicas.</li> <li>● Investigar y conocer fundamentos básicos de la catálisis, electrocatálisis y fotocatalisis.</li> <li>● Elaborar un cuadro comparativo de las diferencias entre la fotocatalisis y electrocatálisis.</li> </ul> |
|---|---|

## 7. Prácticas

- Medir el bandgap mediante UV-Vis.
- Emplear el espectrofotómetro UV-Vis para analizar diferentes características y propiedades de los nanomateriales.
- Conocer Resonancia de plasmón de superficie de diferentes nanomateriales.
- Realizar una práctica donde se muestre el fenómeno del magnetismo.

## 8. Proyecto de asignatura

- Se realizará un proyecto de investigación (creatividad e innovación) donde se aplicarán los fundamentos y conceptos aprendidos en el curso mediante la presentación de una propuesta de investigación con el tema de mayor interés para la (el) ponente.

## 9. Evaluación por competencias

- Exámenes escritos.
- Tareas
- Reporte de prácticas
- Viaje de práctica
- Participación en clase

- Exposición en clase
- Resultados de investigación

## 10. Fuentes de información

1. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales" (I, II) W.D. CALLISTER, Jr., Editorial Reverté, S.A., (2003).
2. "Ciencia e Ingeniería de los Materiales" D. R. Askeland, Editorial Paraninfo-Thomson Learning, (2001).
3. "Ciencia e Ingeniería de los Materiales." W. F. Smith, Editorial: McGraw-Hill, (2007).
4. "Ciencia e Ingeniería de los Materiales: estructura y propiedades" J. A. Pero- Sanz Elorz, Editorial: Dossat 2000, (2000).
5. "Ceramics Materials Science and Engineering." C. Barry Carter y M. Grant Norton: Springer (2007).
6. Kreibig, U., & Vollmer, M. (2013). Optical properties of metal clusters (Vol. 25). Springer Science & Business Media.
7. Henderson, B., & Imbusch, G. F. (2006). Optical spectroscopy of inorganic solids (Vol. 44). Oxford University Press.
8. Gaponenko, S. V. (1998). *Optical properties of semiconductor nanocrystals* (No. 23). Cambridge university press.
9. Mitra, S. (2014). Optical Properties of Solids. United States: Springer.
10. Khan, F. A., & Khan, F. (2020). Applications of nanomaterials in human health (pp. 15-21). Singapore:: Springer.
11. Sharma, V. (2023). Electrical and Thermal Properties of Nanomaterials. Russia: Vikash Sharma.
12. Thermal Nanosystems and Nanomaterials. (2009). Germany: Springer Berlin Heidelberg.
13. Ventura, G., Perfetti, M. (2014). Thermal Properties of Solids at Room and Cryogenic Temperatures. Netherlands: Springer Netherlands.
14. Nanoparticle Heat Transfer and Fluid Flow. (2016). United States: CRC Press.