|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROGRAMA EDUCATIVO:** **TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN** **NANOTECNOLOGÍA****EN COMPETENCIAS PROFESIONALES** |  |

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: NANOMATERIALES CLAVE:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |
| --- | --- |
| Propósito de aprendizaje de la Asignatura | El estudiante sintetizará y caracterizará nanomateriales metálicos, cerámicos, semiconductores, poliméricos, base carbón y compuestos, a través de procedimientos y técnicas de laboratorio establecidas para validar el nanomaterial de acuerdo con los resultados obtenidos y definir su aplicación de este de acuerdo con la evaluación de sus propiedades |
| Competencia a la que contribuye la asignatura | Caracterizar y evaluar materiales nanoestructurados a través de la documentación del proceso, con base en las técnicas establecidas e innovadoras, la normatividad aplicable, para contribuir a la innovación tecnológica, a fin de resolver problemas del sector productivo, comercial, académico y social, con principios éticos, inclusivos, de equidad y con visión sostenible. |
|  Tipo de competencia | Cuatrimestre | Créditos | Modalidad | Horas por semana | Horas Totales |
|
| **ESPECÍFICA** | **QUINTO** | **4.687** | **ESCOLARIZADA** | **5** | **75** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Unidades de Aprendizaje** | **Horas del Saber** | **Horas del Saber Hacer** | **Horas Totales** |
|  |  |  |
| 1.- Nanomateriales metálicos | 6 | 9 | 15 |
| 2.- Nanomateriales cerámicos | 4 | 6 | 10 |
| 3.- Nanomateriales semiconductores | 4 | 6 | 10 |
| 4.- Nanomateriales poliméricos | 4 | 6 | 10 |
| 5.- Nanomateriales base carbón | 6 | 9 | 15 |
| 6. Nanomateriales compuestos | 6 | 9 | 15 |
| **Totales** | **30** | **45** | **75** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Funciones** | **Capacidades** | **Criterios de Desempeño** |
| Caracterizar nanomateriales a través de procedimientos y técnicas de laboratorio establecidas, con base en la normatividad aplicable, responsabilidad social y preservación del medio ambiente, para determinar sus propiedades fisicoquímicas e identificar sus aplicaciones. | Definir los fenómenos físicos y químicos que correlacionan los cambios estructurales y propiedades ópticas, mecánicas, físicas y químicas desde el punto de vista nanométrico, empleando herramientas matemáticas, simulación, literatura y métodos experimentales para identificar sus aplicaciones. | Presentar el reporte de una investigación documental que incluya:- Propiedades fisicoquímicas de los nanomateriales- Objetivo de la caracterización - Fundamentos de las técnicas de caracterización- Selección de la técnica de caracterización y su equipo- Descripción de la metodología de caracterización (incluir técnica y equipo) |
| Validar los resultados de la caracterización con base en los reportes técnicos y los criterios establecidos, para emitir un dictamen sobre las propiedades del material. | Elaborar un reporte técnico de caracterización que incluya:- Identificación de la muestra (clave o registro) - Nombre y descripción del procedimiento empleado- Resultados de las mediciones durante las etapas del procedimiento- Condiciones ambientales del laboratorio- Propiedades y características físicas y químicas de los materiales de estudio- Nombre del responsable de la caracterización- Anexo de formatos de resultados |
| Evaluar los resultados de la caracterización de nanomateriales documentando las condiciones, métodos experimentales, resultados de los procesos de caracterización de nanomateriales y sus posibles aplicaciones, de acuerdo con los formatos y procedimientos establecidos, así como la normatividad de seguridad, responsabilidad social y preservación del medio ambiente, para la toma de decisiones. | Validar el material de acuerdo a los resultados obtenidos con las técnicas de caracterización, para asegurar que cumpla con las especificaciones técnicas y normatividad de seguridad correspondientes. | Elaborar un reporte técnico de caracterización que incluya:- Revisión del estado del arte del material de estudioDescripción de las condiciones del proceso de caracterización- Descripción del análisis de los datos obtenidos- Comparación de resultados con las especificaciones técnicas |
| Definir las aplicaciones de los nanomateriales con base en sus características y propiedades fisicoquímicas obtenidas a través de su caracterización, para determinar sus aplicaciones a nivel macroscópico. | Elaborar un reporte técnico de caracterización que incluya:- Establecer las características necesarias del nanomaterial para aplicaciones específicas- Evaluar las propiedades del nanomaterial con base en los resultados obtenidos de la caracterización - Determinar aplicaciones potenciales del material |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad de Aprendizaje | **1.- Nanomateriales metálicos** |
| Propósito esperado  | El estudiante identificara los tipos, características y métodos de síntesis de los nanomateriales metálicos para proponer aplicaciones tecnológicas |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | 6 | **Horas del Saber Hacer** | 9 | **Horas Totales** | 15 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Nanomateriales metálicos | Identificar tipos y características de nanomateriales metálicos* Nanopartículas metálicas
* Nanopartículas de óxidos metálicos
* Nanopartículas híbridas: nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos
* Nano aleaciones

Identificar las aplicaciones de los nanomateriales metálicos:* Catálisis
* Electrónica y optoelectrónica
* Aplicaciones biomédicas
* Almacenamiento y conversión de energía
* Películas y revestimientos de superficies
* Terapia para el cáncer
* Textiles
* Envasado de alimentos
* Tratamiento de agua
 | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales metálicos en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Nanopartículas metálicas | Identificar los métodos de síntesis de nanopartículas metálicas: * Enfoques de arriba hacia abajo
* Sputtering
* Molienda mecánica
* Ablación laser
* Pirólisis
* Enfoques ascendentes
* Reducción química
* Microemulsión
* Métodos electroquímicos
* síntesis inducida por radiación

Identificar las propiedades de las nanopartículas metálicas y técnicas de caracterización de las nanopartículas metálicas:* Propiedades ópticas
* Resonancia de plasmón superficial
* Actividad catalítica
* Propiedades magnéticas
* Reactividad química
* Propiedades térmicas
* Propiedades electricas
* Propiedades mecánicas

Técnicas de caracterización de las nanopartículas metálicas:* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Espectroscopía UV-Visible
* Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
* Microscopía de fuerza atómica (AFM)
* Análisis termico (TGA, DTA, DSC)
 | Sintetizar nanopartículas metálicas Evaluar las propiedades de las nanopartículas metálicas y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de las nanopartículas metálicas y la correlación que hay con el método de síntesis. |
| Nanopartículas de óxidos metálicos | Identificar los métodos de síntesis de nanopartículas de óxidos metálicos:* Precipitación/ Coprecipitación
* Poliol
* Sol-gel
* Pechini
* Microondas
* Sonoquímica
* Hidrotermal/solvotermal
* Microemulsión

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de las de las nanopartículas de óxidos metálicos:* Óptica
* Mecánica
* Eléctrica
* Térmicas
* Magnética
* Catalítica
* Químicas

Técnicas de caracterización * Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Espectroscopía UV-Visible
* Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
 | Sintetizar nanopartículas de óxidos metálicos Evaluar las propiedades de las nanopartículas de óxidos metálicos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de las nanopartículas de óxidos metálicos y la correlación que hay con el método de síntesis. |
| Nanopartículas híbridas: nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos | Identificar los métodos de síntesis de nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos:* Coprecipitación
* Poliol
* Sol-gel
* Microondas
* Sonoquímica
* Hidrotermal/solvotermal
* Microemulsión
* Deposición física de vapor (PVD)
* Deposición química de vapor (CVD)
* Deposición electroquímica

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de las nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos:* Catalítica
* Ópticas
* Eléctrica
* Magnética
* Propiedades antioxidantes
* Propiedades anticancerígenas

Técnicas de caracterización * Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Espectroscopía UV-Visible
* Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
 | Sintetizar nanopartículas de nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicosEvaluar las propiedades de las nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de las nanopartículas metálicas/ nanopartículas de óxidos metálicos y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Nano aleaciones | Identificar los tipos de estructuras de las nanoaleaciones de acuerdo con su patrón de mezcla (ordenamiento químico):* Segregación núcleo-cáscara
* Segregado en capas
* Mixto
* Multicáscara “parecida a una cebolla”

Explicar los factores que influyen en el ordenamiento químico de las nanoaleaciones.Identificar los métodos de síntesis de las nanoaleaciones:* Método de reducción química
* Método de co-reducción
* Método de reemplazo galvánico
* Molienda mecánica
* Sputtering
* Método Sol-Gel

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de las nanoaleaciones:* Catalíticas
* Magnéticas
* Ópticas
* Eléctrica
* Térmica

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de transmisión de barrido (STEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
 | Sintetizar nanoaleaciones Evaluar las propiedades de las nanoaleaciones y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de las nanoaleaciones y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | X |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales metálicos
2. Evalúa las propiedades (Catalíticas, magnéticas, ópticas, eléctrica, térmica, etc.) de los nanomateriales metálicos
3. Interpreta los resultados de la caracterización
4. Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial metálico obtenido
 | A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que contenga:* Tipo de nanomaterial metálico
* Método de síntesis
* Justificación de los métodos empleados
* Descripción y análisis de los resultados de caracterización
* Evaluación de la(s) propiedad(es) a estudiar
* Propuesta de aplicaciones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unidad de Aprendizaje** | **2.- Nanomateriales cerámicos** |
| **Propósito esperado**  | El estudiante identificara los tipos, características y métodos de síntesis de los nanomateriales cerámicos para proponer aplicaciones tecnológicas |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | **4** | **Horas del Saber Hacer** | **6** | **Horas Totales** | **10** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Nanomateriales cerámicos | Identificar tipos y características de nanomateriales cerámicos:* Óxidos
* No óxidos

Identificar las aplicaciones de los nanomateriales metálicos:* Catálisis
* Almacenamiento de energía
* Aplicaciones biomédicas
* Remediación ambiental
* Electrónica
* Sensores
* Almacenamiento de datos
 | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales cerámicos en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer  |
| Nanomateriales cerámicos óxidos | Identificar los métodos de síntesis de nanomateriales cerámicos óxidos:* Sol-Gel
* Deposición química de vapor
* Hidrotermal/solvotermal
* Ablación con láser
* Microondas
* Precipitación/Coprecipitación
* Sputtering:
* Método de Pulverización de Llama
* Molienda Mecanoquímica
* Método de Emulsión y Microemulsión

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales cerámicos óxidos:* Propiedades mecánicas
* Propiedades térmicas
* Propiedades eléctricas
* Propiedades ópticas
* Propiedades químicas

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Análisis térmico (TGA, DTA Y DSC)
 | Sintetizar nanomateriales cerámicos óxidosEvaluar las propiedades de los nanomateriales cerámicos óxidos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales cerámicos óxidos y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Nanomateriales cerámicos no-óxidos | Identificara los tipos de nanomateriales cerámicos no-óxidos:* Carburos
* Nitruros
* Boruros

Identificar los métodos de síntesis de nanomateriales cerámicos no-óxidos:* Sol-Gel
* Deposición química de vapor
* Hidrotermal/solvotermal
* Ablación con láser
* Microondas
* Precipitación/Coprecipitación
* Sputtering:
* Método de Pulverización de Llama
* Molienda Mecanoquímica:.
* Método de Emulsión y Microemulsión

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales cerámicos no-óxidos:* Propiedades mecánicas
* Propiedades térmicas
* Propiedades eléctricas
* Propiedades ópticas
* Propiedades químicas

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)

Identificar las diferencias entre nanocerámicos de óxido y no óxido | Sintetizar nanomateriales cerámicos no óxidosEvaluar las propiedades de los nanomateriales cerámicos no óxidos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales cerámicos no óxidos y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | x |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | x |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales cerámicos
2. Evalúa las propiedades (mecánicas, ópticas, eléctrica, térmica, etc.) de los nanomateriales cerámicos
3. Interpreta los resultados de la caracterización
4. Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial cerámico obtenido
 | A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que contenga:* Tipo de nanomaterial cerámico
* Método de síntesis
* Justificación de los métodos empleados
* Descripción y análisis de los resultados de caracterización
* Evaluación de la(s) propiedad(es) a estudiar
* Propuesta de aplicaciones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unidad de Aprendizaje** | **3.- Nanomateriales semiconductores** |
| **Propósito esperado**  | El estudiante identificara los tipos, características y métodos de síntesis de los nanomateriales semiconductores para proponer aplicaciones tecnológicas |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | **4** | **Horas del Saber Hacer** | **6** | **Horas Totales** | **10** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Introducción a los nanomateriales semiconductores | Reconocer los tipos y características de los semiconductores.Identificar las técnicas de síntesis de nanomateriales semiconductores: -Rompimiento del material a granel policristalino (bottom-up and top-down) | Sintetizar nanomateriales semiconductores | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Nanomateriales semiconductores | Identificar las metodologías de síntesis de semiconductores nanométricos en forma de óxidos metálicos.Identificar las formas, geometrías y condiciones nanométricas de los semiconductores:* 1D (Nanopartículas)
* 2D (Nanofibras)
* 3D (nanoplacas y nano-tubos)

Identificar propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales semiconductores* Propiedades ópticas
* Propiedades electrónicas

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Espectroscopía UV-Visible
* Espectroscopía de Fotoluminiscencia
 | Explicar las propiedades fundamentales de los semiconductores a nanoescalaDeterminar propiedades, morfología y tamaño de losnanomateriales semiconductores. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | x |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales semiconductores
2. Evalúa las propiedades (ópticas y electrónica) de los nanomateriales semiconductores
3. Interpreta los resultados de la caracterización
4. Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial semiconductor obtenido
 | A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que contenga:* Tipo de nanomaterial semiconductor
* Método de síntesis
* Justificación de los métodos empleados
* Descripción y análisis de los resultados de caracterización
* Evaluación de la(s) propiedad(es) a estudiar
* Propuesta de aplicaciones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unidad de Aprendizaje** | **4.- Nanomateriales poliméricos** |
| **Propósito esperado**  | El estudiante identificará los conceptos, características y técnicas de dispersión de polímeros nanoestructurados para proponer aplicaciones tecnológicas. |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | **4** | **Horas del Saber Hacer** | **6** | **Horas Totales** | **10** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Nanomateriales poliméricos | Describir los polímeros y sus propiedades a nanoescalaExplicar los métodos de síntesis de nanomateriales poliméricos:* polimerización en emulsión
* nanoprecipitación
* métodos asistidos por plantilla

Identificar las técnicas de dispersión de nanoestructuras:* Agitación magnética
* Ultrasonido

Identificar propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales poliméricos:* Mecánicas
* Ópticas
* Térmica
* Eléctrica
* Química

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Microscopía de fuerza atómica (AFM)
* Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Análisis térmico (DTG, DTA y DSC)
 | Sintetizar nanomateriales poliméricosDispersar Nanopartículas en materiales poliméricos.Evaluar las propiedades de los nanomateriales poliméricos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales poliméricos y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Aplicaciones de los nanomateriales poliméricos | Identificar las aplicaciones de los polímeros nanoestructurados en:* Agricultura
* Construcción
* Industria alimentaria
* Medicina
* Textil
* Automotriz
* Cosméticos
* Telecomunicaciones
* Energía
* Embalaje
* Electrónica
* Pinturas y adhesivos
 | Proponer aplicaciones potenciales de polímeros nanoestructurados en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico. |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | X |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales poliméricos
2. Evalúa las propiedades (mecánica, ópticas, térmica, eléctrica y química) de los nanomateriales poliméricos
3. Interpreta los resultados de la caracterización
4. Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial polimérico obtenido.
 | A partir de un estudio de caso de una muestra polimérica, elaborará un reporte que contenga:* Cálculo de peso y masa molecular
* Tipos de mecanismo de reacción en polímeros sintéticos
* Propiedades físicas y químicas del polímero seleccionado
* Aplicaciones en la industria
* Conclusiones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unidad de Aprendizaje** | **5.- Nanomateriales base carbón** |
| **Propósito esperado**  | El estudiante identificará los tipos, características y métodos de elaboración de nanomateriales base carbono para proponer aplicaciones tecnológicas. |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | **6** | **Horas del Saber Hacer** | **9** | **Horas Totales** | **15** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Nanomateriales base carbono | Identificar tipos y características de nanomateriales basados en carbono:* Nanotubos
* Fulerenos

Identificar las aplicaciones de los nanomateriales base carbono: * Tecnología y química: Adsorción y absorción, catálisis, electrosíntesis y medicina
* Energía: Almacenamiento y conversión

Mecánica: Actuadores, amortiguadores, dispositivos para fluidos, tribología, Sistemas Nanoelectromecánicos (NEMS) y Sistemas Microelectromecánicos (MEMS) | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales base carbono en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico. |
| Nanotubos de carbono | Identificar los métodos de elaboración de nanotubos:* Descarga de arco
* Denostación catalítica de vapor (CVD)
* Ablación laser
* Electrólisis

Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de los nanotubos de carbón:* Conductividad térmica
* Conductividad eléctrica
* Mecánicas

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
* Difracción de rayos X (XRD)
* Microscopía de fuerza atómica (AFM)
 | Determinar la presencia de nanotubos de carbono en muestrasEvaluar las propiedades de los nanotubos de carbono y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanotubos de carbono y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Fulerenos | Identificar los métodos de elaboración de Fulerenos:* Descarga de arco
* Síntesis controlada a partir de precursores

Identificar las reacciones de adición y cicloadición de los Fulerenos con hidrógeno, halógenos y oxígeno.Identificar las propiedades y técnicas de caracterización de los Fulerenos:* Conductividad térmica
* Conductividad eléctrica
* Mecánicas

Técnicas de caracterización* Microscopía electrónica de barrido (SEM)
* Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
* Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
* Difracción de rayos X (XRD)

Microscopía de fuerza atómica (AFM) | Determinar la presencia de fulerenos en muestras.Evaluar las propiedades de los fulerenos y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los fulerenos y la correlación que hay con el método de síntesis | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | X |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales base carbono
2. Evalúa las propiedades (mecánica, térmica y eléctrica) de los nanomateriales poliméricos
3. Interpreta los resultados de la caracterización
4. Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial base carbono obtenido
 | A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que contenga:* Tipo de nanomaterial basado en el carbono
* Método de elaboración
* Descripción de las propiedades térmicas, eléctricas y mecánicas
* Propuesta de aplicaciones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Unidad de Aprendizaje** | **6. Nanomateriales compuestos** |
| **Propósito esperado**  | El estudiante identificara los tipos, características y métodos de síntesis de los nanomateriales compuestos para proponer aplicaciones tecnológicas |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber**  | **6** | **Horas del Saber Hacer** | **9** | **Horas Totales** | **15** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber****Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer****Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir****Dimensión Socioafectiva** |
| Nanomateriales compuestos | Identificar los tipos y característica de los nanomateriales compuestos:* nanomateriales compuestos de matriz metálica
* nanomateriales compuestos de matriz cerámica
* nanomateriales compuestos de matriz polimérica
 |  | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia. |
| Nanomateriales compuestos de matriz metálica | Identificar los tipos y característica de los nanomateriales compuestos de matriz metálica:* Materiales de refuerzo (nanopartículas, nanofibras, etc)
* Metales de matriz (aluminio, titanio, magnesio)

Explicar las técnicas de síntesis de los nanomateriales compuestos de matriz metálica: * aleación mecánica
* Metalurgia de polvos
* Técnicas de metalurgia líquida
* Electrodeposición
* Deposición química de vapor (CVD)
* Deposición física de vapor (PVD)
* Método Sol-Gel

Identificar propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz metálica:* Propiedades mecánicas
* Propiedades térmicas
* Propiedades eléctricas
* Propiedades tribológicas

Técnicas de caracterización* Técnicas de microscopía (TEM, SEM, AFM)
* Técnicas de espectroscopia (FTIR, Raman, UV-Vis)
* Ensayos mecánicos (tracción, flexión, compresión)
* Análisis térmico (DSC, TGA)

  | Sintetizar nanomateriales compuestos de matriz metálicaEvaluar las propiedades de los nanomateriales compuestos de matriz metálica y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz metálica y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Aplicaciones de los de los nanomateriales compuestos de matriz metálica | * + Industrias aeroespacial y automotriz
	+ Embalaje electrónico
	+ Materiales estructurales para aplicaciones de alto rendimiento.
	+ Aplicaciones biomédicas
 | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales compuestos de matriz metálica en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia. |
| Nanomateriales compuestos de matriz cerámica | Identificar los tipos y característica de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica:* Materiales de refuerzo (nanopartículas, nanofibras, etc)
* Materiales de matriz cerámica (óxidos, carburos, nitruros)

Explicar los métodos de síntesis de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica: * Procesamiento en fase líquida
* Sol-gel
* Deposición química de vapor
* Sinterización por plasma por chispa
* Métodos asistidos por plantillas
* Molino de bolas de alta energía
* Ensamblaje capa por capa

Identificar propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica:* Propiedades mecánicas
* Propiedades térmicas
* Propiedades eléctricas
* Propiedades tribológicas

Técnicas de caracterización* Técnicas de microscopía (TEM, SEM, AFM)
* Técnicas de espectroscopia (FTIR, Raman, UV-Vis)
* Ensayos mecánicos (tracción, flexión, compresión)
* Análisis térmico (DSC, TGA)
 | Sintetizar nanomateriales compuestos de matriz cerámicaEvaluar las propiedades de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Aplicaciones de los de los nanomateriales compuestos de matriz cerámica | * Industria aeroespacial
* Sector automotriz
* Sector energético
* Industria electrónica y de semiconductores
* Dispositivos médicos
* Aplicaciones militares
* Infraestructura y construcción
 | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales compuestos de matriz cerámica en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia. |
| Nanomateriales compuestos de matriz polimérica | Identificar los tipos y característica de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica:* Materiales de refuerzo ( nanopartículas inorgánicas/orgánicas, nanofibras, etc)

Explicar los métodos de síntesis de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica* Mezcla de soluciones
* Mezclado en fusión
* Polimerización in situ
* Proceso sol-gel
* Electrohilado

Identificar propiedades y técnicas de caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica:* Propiedades mecánicas
* Propiedades térmicas
* Propiedades eléctricas
* Propiedad química

Técnicas de caracterización* Técnicas de microscopía (TEM, SEM, AFM)
* Técnicas de espectroscopia (FTIR, Raman, UV-Vis)
* Análisis mecánico dinámico
* Análisis térmico (DSC, TGA)
 | Sintetizar nanomateriales compuestos de matriz poliméricaEvaluar las propiedades de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica y correlacionarla con el método de síntesis.Realizar caracterización de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica y la correlación que hay con el método de síntesis. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia.Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico que le permita evaluar la información de manera objetiva y tomar decisiones y/o proponer soluciones basadas en evidencia y razonamiento lógico.Abordar las determinaciones de laboratorio con una mentalidad sistemática y organizada, asegurando que todos los procedimientos se realicen de manera lógica y metódica |
| Aplicaciones de los de los nanomateriales compuestos de matriz polimérica | * . Aeroespacial
* Automotriz
* Electrónica
* Biomédico
* Energía
* Construcción
* Equipamiento deportivo
 | Proponer aplicaciones potenciales de nanomateriales compuestos de matriz polimérica en función de sus propiedades. | Promover la responsabilidad y mantener la integridad en el desempeño de las tareas tanto de forma individual como colaborativa, actuando con iniciativa y transparencia. |

|  |
| --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo |
| **Aula** | X |
| Tareas de investigaciónPráctica de laboratorio Análisis de casos (Discusión)Aprendizaje basado en problemasAula invertida (Discusión)Método socrático | Pizarrón.Equipo audiovisual (cañón).Equipo de cómputo.Internet.Artículos científicos.Materiales y equipos de laboratorio | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |
| --- |
| **Proceso de Evaluación** |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| 1. Obtiene nanomateriales compuestos
2. Evalúa las propiedades de los nanomateriales compuestos
3. Interpreta los resultados de la caracterización

Correlaciona el método de síntesis empleado con los resultados de caracterización y la propiedad a evaluar del nanomaterial compuesto obtenido  | A partir de un estudio de caso, elaborará un reporte que contenga:* Tipo de nanomaterial compuesto
* Método de elaboración
* Descripción de las propiedades térmicas, eléctricas y mecánicas
* Propuesta de aplicaciones
 | Lista de cotejoRúbricaTrabajo e informe de laboratorioPresentacionesPortafoliosExamen |
|  |  |  |

|  |
| --- |
| **Perfil idóneo del docente** |
| **Formación académica** | **Formación Pedagógica** | **Experiencia Profesional** |
| Ingenieria, Maestría y/o Doctorado en el área de materiales o áreas afines  | Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la nanomateriales o materiales en nivel superiorCapacitaciones en estrategias didácticasInducción al modelo educativo de las UST | Mínimo dos año de experiencia en el ejercicio profesional del área de ingeniería y/o investigación de nanomateriales o materiales (metalurgia, cerámica, polímeros)  |

|  |
| --- |
| **Referencias bibliográficas** |
| Autor | Año | Título del documento | Lugar de publicación | Editorial | ISBN |
| [Yujie Xiong](https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-11304-3%22%20%5Cl%20%22author-1-0), [Xianmao Lu](https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-11304-3%22%20%5Cl%20%22author-1-1) | 2015 | Metallic Nanostructures From Controlled Synthesis to Applications | Suiza | Springer | 978-3-319-11304-3 |
| Rakesh Kumar Bachheti Archana Bachheti Azamal Husen  |  | Metal-Oxide Based Nanomaterials\_ Synthesis, Agricultural, Biomedical and Environmental Interventions | India | Springer | 978-981-99-7673-7 |
| Riccardo Ferrando | 2016 | Structure and Properties of Nanoalloys |  | Elsevier | 978-0-08-100212-4 |
| Dheeraj Kumar Singh Sanjay Singh Prabhakar Singh | 2023 | Nanomaterials\_ Advances and Applications | India | Springer | 978-981-19-7963-7 |
| Sneha Mohan Bhagyaraj.Oluwatobi Samuel Oluwafemi.Nandakumar Kalarikkal.Sabu Thomas | 2018 | Applications of Nanomaterials \_ Advances and Key Technologies | India | Elsevier | 978-0-08-101972-6 |
| Ajay Kumar Mishra | 2017 | Sol-gel Based Nanoceramic Materials\_ Preparation, Properties and Applications | Suiza | Springer | 978-3-319-49512-5 |
| Debasish Sarkar | 2019 | Nanostructured Ceramics\_ Characterization and Analysi |  | CRC Press | 978-1-1380-8680-7 |
| Inamuddin Mohd Imran Ahamed Rajender Boddula Tariq Altalhi | 2023 | Optical Properties and Applications of Semiconductors | Estados Unidos | CRC Press | 978-1-003-18858-2 |
| Vijay KumarIrfan AyoubVishal SharmaHendrik C. Swart | 2023 | Optical Properties of Metal Oxide Nanostructures | Singapur | Springer | 978-981-99-5640-1 |
| SERGE ZHUIYKOV | 2018 | NANOSTRUCTUREDSEMICONDUCTORS |  | Elsevier | 978-0-08-101920-7 |
| ALI EFTEKHARI | 2010 | Nanostructured Conductive Polymers | Estados Unidos | Wiley | 978-0-470-74585-4 |
| Aparna ThankappanNandakumar Kalarikkal Sabu Thomas Aneesa Padinjakkara | 2019 | Polymeric and Nanostructured MaterialsSynthesis, Properties, and Advanced Applications | Estados Unidos | CRC Press | 978-1-315-14749-9 |
| Yury GogotsiVolker PresserCarbon  | 2014 | Carbon nanomaterials | Estados Unidos | CRC Press | 978-1-4665-0242-0 |
| Jiji AbrahamSabu ThomasNandakumar Kalarikkal | 2022 | Handbook of CarbonNanotubes | Suiza | Springer | 978-3-030-91346-5 |
| Xing Lu Takeshi Akasaka Zdeněk Slanina | 2022 | Handbook of Fullerene Science and Technology |  | Springer | 978-981-16-8994-9 |
| Jyotishkumar Parameswaranpillai Nishar HameedThomas Kurian Yingfeng Yu | 2017 | Nanocomposite materials\_ synthesis, properties and applications | Estados Unidos | CRC Press | 978-1-4822-5807-3 |
| Rajendra Kumar Goyal | 2018 | Nanomaterials and Nanocomposites\_ Synthesis, Properties, Characterization Techniques, and Applications | Estados Unidos | CRC Press | 978-1-4987-6166-6 |

|  |
| --- |
| **Referencias digitales** |
| Autor | Fecha de recuperación | Título del documento | Vínculo |
| **Unmesha Ray** |  | **What Are the Different Types of Nanoparticles?** | **https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=4938** |
| **Bawoke Mekuye, Birhanu Abera** |  | **Nanomaterials: An overview of synthesis, classification, characterization, and applications** | **https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/nano.202300038** |
| **Zahrah Alhalili** |  | **Metal Oxides Nanoparticles: General Structural Description, Chemical, Physical, and Biological Synthesis Methods, Role in Pesticides and Heavy Metal Removal through Wastewater Treatment** | **https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10096196/** |
| **Nibedita Kapil, Suranjana V. Mayani,** **Krishna Gopal Bhattacharyya** |  | **Environmental implications of nanoceramic applications** | **https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221171562200443X** |
| **Paola Palmero** |  | **Structural Ceramic Nanocomposites: A Review of Properties and Powders’ Synthesis Methods** | **https://www.mdpi.com/2079-4991/5/2/656** |
| **Vera Gu** |  | **Non-oxide ceramics** | **https://www.linkedin.com/pulse/non-oxide-ceramics-vera-gu/** |
| **George Karadimas Konstantinos Salonitis** |  | **Ceramic Matrix Composites for Aero Engine Applications—A Review** | **https://www.researchgate.net/publication/368864009\_Ceramic\_Matrix\_Composites\_for\_Aero\_Engine\_Applications-A\_Review** |
| **Debabrata Maiti, Xiangmin Tong, Xiaozhou Mou****Kai Yang** |  | **Carbon-Based Nanomaterials for Biomedical Applications: A Recent Study** | **https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2018.01401/full** |
| **Giorgio Speranza** |  | **Carbon Nanomaterials: Synthesis, Functionalization and Sensing Applications** | **https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8069879/** |