|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROGRAMA EDUCATIVO:**  **INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA**  **EN COMPETENCIAS PROFESIONALES** |  |

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Propósito de aprendizaje de la Asignatura | | **El estudiante adquirirá conocimientos sobre los procesos de fotocatálisis y oxidación avanzada para su aplicación en la remoción de diferentes tipos de contaminantes en agua y aire, identificando las principales variables involucradas y la normatividad aplicable correspondiente.** | | | | |
| Competencia a la que contribuye la asignatura | | **Diseñar procesos de producción de materiales nanoestructurados en laboratorio y a nivel industrial,**  **con base en la planeación, técnicas de síntesis e incorporación y cumpliendo con la normatividad**  **aplicable, para contribuir a la innovación tecnológica, a fin de resolver problemas del sector**  **productivo, comercial, académico, de investigación y social, con principios éticos , inclusivos, de**  **equidad y con visión sostenible.** | | | | |
| Tipo de competencia | Cuatrimestre | | Créditos | Modalidad | Horas por semana | Horas Totales |
|
| **Específica** | **8,9** | | **4.6873** | **Escolarizada** | **5** | **75** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Unidades de Aprendizaje** | **Horas del Saber** | **Horas del Saber Hacer** | **Horas Totales** |
|  |  |  |
| 1. Introducción a la Fotocatálisis | 10 | 15 | 25 |
| 1. Materiales fotocatalíticos y tipos de fotocatalizadores | 10 | 15 | 25 |
| 1. Aplicaciones de la fotocatálisis | 10 | 15 | 25 |
| **Totales** | **30** | **45** | **75** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Funciones** | **Capacidades** | **Criterios de Desempeño** |
| Justificar el diseño de un nanomaterial con base a una necesidad o problemática, desarrollarlo y caracterizarlo con base a los lineamientos correspondientes para asegurar su funcionalidad. | Definir los fenómenos físicos y químicos que correlacionan los cambios estructurales y propiedades ópticas, mecánicas, físicas y químicas desde el punto de vista nanométrico, con base a una selección de técnicas de síntesis para la obtención e incorporación de nanomateriales a producir en un laboratorio, para la solución de un problema o necesidad. | Establece la correlación entre el tipo de material o sustancia y sus propiedades funcionales, aplicando su conocimiento acerca de las propiedades químicas, físicas y biológicas. |
|
| Evaluar las aplicaciones de los nanomateriales con base a sus características y propiedades físico-químicas obtenidas (tamaño, forma, composición y estructura de superficie) mediante su caracterización, correlacionando diferentes tamaños, formas, composición y estructura de superficie, así como carga, para determinar sus aplicaciones a nivel macroscópico. | Establece correlación entre las diferentes propiedades macroscópicas que pueden presentar los materiales en escala nanométrica |
|  | Evaluar el proceso de integración de nanoestructuras y nanomateriales con base a sus características y propiedades físico-químicas obtenidas (tamaño, forma, composición y estructura de superficie) mediante su caracterización, correlacionando diferentes tamaños, formas, composición y estructura de superficie, así como carga, para determinar sus aplicaciones a nivel macroscópico. | "Elaborar un reporte técnico de producción de nanomateriales :  - material producido  - especificaciones técnicas requeridas,  - técnicas aplicadas  - equipos, materiales y reactivos empleados  - normatividad de referencia  - reporte de resultados de caracterización  - dictamen del cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas.  - observaciones y conclusiones.  - evidencias  - firma del responsable de la validación." |

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Unidad de Aprendizaje | 1. Introducción a la fotocatálisis | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante se familiarizará con los conceptos básicos de fotocatálisis, sus aplicaciones y relevancia en la actualidad. Identificará los principios físico-químicos que involucran los fundamentos de catálisis y fotocatálisis, los mecanismos de reacción y los tipos de procesos fotocatalíticos: homogéneos y heterogéneos. | | | | | |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber** | 10 | **Horas del Saber Hacer** | 15 | **Horas Totales** | 25 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber**  **Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer**  **Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir**  **Dimensión Socioafectiva** |
| Definición de fotocatálisis | Definir el concepto de fotocatálisis, describir el proceso e identificar las variables involucradas. | Explicar el concepto de fotocatálisis. Describir el proceso e identificar las variables involucradas. | Desarrollar el pensamiento analítico a través de la descripción de conceptos.  Promover la observación para reconocer los mecanismos de reacción en el proceso de fotocatálisis.  Ser responsable al utilizar algún tipo de software o simulador durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio. |
| Antecedentes y evolución de la fotocatálisis | Describir la historia y evolución que ha tenido la fotocatálisis en los últimos años.  Reconocer las aplicaciones y relevancia de la fotocatálisis en la actualidad. | Explicar la evolución que ha tenido la fotocatálisis en los últimos años.  Describir las principales aplicaciones y relevancia de la fotocatálisis en la actualidad. |
| Principios físico-químicos | Describir los fundamentos de la catálisis y fotocatálisis.  Reconocer los mecanismos de reacción en el proceso de fotocatálisis.  Describir los tipos de procesos fotocatalíticos: homogéneos y heterogéneos. | Explicar los fundamentos de la catálisis y fotocatálisis.  Describir los mecanismos de reacción en el proceso de fotocatálisis.  Explicar los tipos de procesos fotocatalíticos: homogéneos y heterogéneos. |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** | | | |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| **Aula** | X |
| Reporte de experimentos  Resolución de problemas  Representaciones gráficas  Mapas conceptuales  Presentaciones/exposiciones  Portafolio de evidencias | Pintarrón  Proyector  Software de simulación  Simulaciones y animaciones | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso de Evaluación** | | |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Entender los conceptos fundamentales de catálisis y fotocatálisis.  Identificar y describir los principios físico-químicos relacionados al proceso de fotocatálisis, los mecanismos de reacción y tipos de procesos fotocatalíticos: homogéneos y heterogéneos. | Realizar un informe técnico que describa los conceptos fundamentales de catálisis y fotocatálisis.  Diseñar y presentar un portafolio de evidencias que describa los principios físico-químicos relacionados al proceso de fotocatálisis. | Cuestionario  Lista de cotejo  Rúbrica |
| Elaborar un reporte de práctica haciendo uso de un software o aplicación para la simulación de un proceso fotocatalítico, en el cual identifique:   * Los mecanismos de reacción que se llevan a cabo * El tipo de proceso fotocatalítico: homogéneo o heterogéneo. * Las variables involucradas. | Cuestionario  Lista de cotejo  Rúbrica |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Unidad de Aprendizaje | 1. Materiales fotocatalíticos y tipos de fotocatalizadores. | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante identificará la estructura y propiedades ópticas y electrónicas de los diferentes materiales fotocatalíticos y fotocatalizadores actuales. Será capaz de identificar los fotocatalizadores más conocidos y reconocer su relación con los nanomateriales. | | | | | |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber** | 10 | **Horas del Saber Hacer** | 15 | **Horas Totales** | 25 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber**  **Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer**  **Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir**  **Dimensión Socioafectiva** |
| Materiales fotocatalíticos | Describir la estructura y propiedades ópticas y electrónicas de los materiales fotocatalíticos.  Describir las bandas de energía de los materiales fotocatalíticos. | Explicar la estructura y propiedades ópticas y electrónicas de los materiales fotocatalíticos.  Identificar las distribuciones de las bandas de energía en los materiales fotocatalíticos y asociarlas con su aplicación. | Desarrollar el pensamiento analítico a través de la descripción de conceptos.  Promover la observación para reconocer las diferencias entre los materiales fotocatalíticos y fotocatalizadores..  Promover el trabajo colaborativo y en equipo para el análisis de casos de estudio de materiales fotocatalizadores usados para cierta aplicación. |
| Tipos de fotocatalizadores | Identificar la estructura y propiedades de los materiales más utilizados como fotocatalizadores: Dióxido de titanio (TiO2), ZnO, WO3, CdS, entre otros. y reconocer sus campos de aplicación.  Describir la importancia de los nanomateriales en el proceso de fotocatálisis. | Explicar la estructura y propiedades de los principales materiales utilizados como fotocatalizadores: Dióxido de titanio (TiO2), ZnO, WO3, CdS, entre otros.  Analizar el caso particular de uno de los materiales más utilizados como fotocatalizador, identificar sus propiedades ópticas y electrónicas y describir su aplicación.  Describir la inclusión de los nanomateriales en el proceso de fotocatálisis. |
| Mecanismos de fotocatálisis | Describir el fenómeno físico de absorción de luz y la generación de pares electrón-hueco.  Describir las reacciones REDOX en la superficie del fotocatalizador. | Explicar la fotofísica de la absorción de luz y la creación y separación de pares electrón-hueco.  Analizar el caso particular de las reacciones REDOX que se llevan a cabo en la superficie de un fotocatalizador. |
| Degradación de contaminantes | Describir el proceso de fotodegradación de contaminantes orgánicos.  Describir el proceso de descomposición de contaminantes inorgánicos.  Identificar los factores que afectan la eficiencia fotocatalítica. | Explicar las diferencias entre el proceso de fotodegradación de contaminantes orgánicos e inorgánicos.  Analizar los factores que afectan la eficiencia fotocatalítica en un material. |
| Caracterización de materiales fotocatalíticos | Identificar las técnicas de caracterización más usadas en los materiales fotocatalíticos:  - espectroscopía UV-Vis  - espectroscopía de fotoluminiscencia  - microscopía electrónica (SEM, TEM). | Describir las técnicas de caracterización más usadas en los materiales fotocatalíticos.  Describir los resultados obtenidos por cada una de las técnicas de caracterización recomendadas para el análisis de los materiales fotocatalíticos. |  |
| Actividad fotocatalítica | Identificar y describir los métodos para evaluar la actividad fotocatalítica de un material determinado:   * Métodos de ensayo de degradación de contaminantes. * Medición de la generación de especies reactivas. * Técnicas electroquímicas. | Hacer el reporte del caso de estudio de un material en particular, y evaluar su actividad fotocatalítica en base a:   * Métodos de ensayo de degradación de contaminantes. * Medición de la generación de especies reactivas. * Técnicas electroquímicas. |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** | | | |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| **Aula** | X |
| Reporte de experimentos  Resolución de problemas  Representaciones gráficas  Mapas conceptuales  Presentaciones/exposiciones  Portafolio de evidencias | Pintarrón  Proyector  Software de simulación  Simulaciones y animaciones  Desarrollo de prácticas | **Laboratorio / Taller** | X |
|  |  | **Empresa** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso de Evaluación** | | |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Entender las propiedades ópticas y estructurales que definen a los materiales fotocatalizadores y fotocatalíticos.    Identificar y describir los principios relacionados a la actividad fotocatalítica que se puede tener con un nanomaterial. | Realizar un informe técnico que describa las propiedades ópticas y estructurales de un material en particular.  Diseñar y presentar un portafolio de evidencias que describa los principios relacionados a la actividad fotocatalítica de un nanomaterial. | Cuestionario  Lista de cotejo  Rúbrica |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Unidad de Aprendizaje | 1. Aplicaciones de los fotocatalizadores | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante implementará el proceso de fotocatálisis en la solución de diferentes problemas de remediación medioambiental. | | | | | |
| **Tiempo Asignado** | **Horas del Saber** | 10 | **Horas del Saber Hacer** | 15 | **Horas Totales** | 25 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Temas** | **Saber**  **Dimensión Conceptual** | **Saber Hacer**  **Dimensión Actuacional** | **Ser y Convivir**  **Dimensión Socioafectiva** |
| Fotocatálisis en el tratamiento de aguas residuales. | Describir las principales aplicaciones de los fotocatalizadores en la eliminación de contaminantes orgánicos y la descomposición de compuestos emergentes. | Explicar las principales aplicaciones de los fotocatalizadores en la eliminación de contaminantes orgánicos y la descomposición de compuestos emergentes. | Desarrollar el pensamiento analítico a través de la descripción de conceptos.  Promover la observación para reconocer las diferentes aplicaciones de los fotocatalizadores.  Promover el trabajo colaborativo y en equipo para el análisis de casos de estudio de materiales fotocatalizadores usados para cierta aplicación. |
| Fotocatálisis en la purificación del aire. | Describir la aplicación de la fotocatálisis en la eliminación de compuestos volátiles orgánicos (VOCs) y la destrucción de contaminantes atmosféricos. | Explicar la aplicación de la fotocatálisis en la eliminación de compuestos volátiles orgánicos (VOCs) y la destrucción de contaminantes atmosféricos. |
| Fotocatálisis para la síntesis y transformación de productos químicos | Describir la producción de hidrógeno a partir de agua.  Describir la conversión de CO2 a combustibles. | Describir la producción de hidrógeno a partir de agua y la conversión de CO2 a combustibles a través de la fotocatálisis para la síntesis y transformación de productos químicos. |
| Normatividad aplicable a los procesos de fotocatálisis. | Investigar las normatividad aplicable a los procesos de fotocatálisis, de acuerdo al tipo de aplicación. | Identificará la normatividad técnica aplicable a un caso de estudio que involucre un proceso de fotocatálisis. |
| Nuevas tendencias en fotocatálisis. | Identificar el desarrollo de nuevos materiales avanzados con propiedades ópticas y electrónicas mejoradas para su aplicación en procesos de fotocatálisis.  Describir el proceso de fotocatálisis en condiciones de luz visible.  Describir los desafíos y perspectivas futuras de la fotocatálisis. | Analizará las condiciones para desarrollar nuevos materiales avanzados para optimizar sus propiedades ópticas y electrónicas para aplicaciones de fotocatálisis.  Describirá las condiciones necesarias para llevar a cabo el proceso de fotocatálisis en condiciones de luz visible. |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Proceso Enseñanza-Aprendizaje** | | | |
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| **Aula** | X |
| Reporte de experimentos  Resolución de problemas  Representaciones gráficas  Mapas conceptuales  Presentaciones/exposiciones  Portafolio de evidencias | Pintarrón  Proyector  Software de simulación  Simulaciones y animaciones  Desarrollo de prácticas | **Laboratorio / Taller** | X |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso de Evaluación** | | |
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Identificar y describir las diferentes aplicaciones de la fotocatálisis en el tratamiento de aguas residuales, la purificación del aire y la síntesis y transformación de productos químicos.  Reconocer la normatividad técnica aplicable a los procesos de fotocatálisis en sus diferentes aplicaciones.    Identificar y describir las nuevas tendencias en el área de la fotocatálisis, que involucra el desarrollo de nuevos materiales, la fotocatálisis en condiciones de luz visible, la sostenibilidad y el impacto ambiental. | Diseñar y presentar un portafolio de evidencias que describa las propiedades y estructura que debe tener un fotocatalizador de acuerdo a la aplicación que se le dará.  Realizar un informe técnico que describa la normatividad aplicable a los diferentes procesos de fotocatálisis de acuerdo a su aplicación. | Cuestionario  Lista de cotejo  Rúbrica |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perfil idóneo del docente** | | |
| **Formación académica** | **Formación Pedagógica** | **Experiencia Profesional** |
| **Licenciatura, ingeniería o posgrado en: Física, Electrónica, Química, Ciencias de Materiales, Nanotecnología o áreas afines.** | **Cursos relacionados con pedagogía, didáctica, educación, habilidades docentes, habilidades socioemocionales y de comunicación, ambientes virtuales de aprendizaje y afines.** | **Experiencia docente preferentemente en educación superior. Dos años de experiencia de acuerdo a su formación académica.** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Referencias bibliográficas** | | | | | |
| Autor | Año | Título del documento | Lugar de publicación | Editorial | ISBN |
| **Jinlong Zhang, Baozhu Tian, Lingzhi Wang, Mingyang Xing, Juying Lei** | **(2018)** | **Photocatalysis**  **Fundamentals, Materials and Applications** | **Singapore** | **Springer** | **9789811321122**  **9789811321139** |
| **Yoshio Nosaka, Atsuko Nosaka** | **(2016)** | **Introduction to Photocatalysis, From Basic Science to Applications** | **Cambridge CB4 0WF, UK** | **Royal Society of chemistry** | **9781782623205** |
| **David Almazán Cruzado** | **(2020)** | **Libro Blanco de la fotocatálisis** |  | **Asociación Ibérica de la fotocatálisis** | **9788409222995** |

| **Referencias digitales** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| **Eman H. Khader, Safaa A. Muslim, Noori M. Cata Saady, Sohrab Zendehboudi** | **Recent advances in photocatalytic advanced oxidation processes for organic**  **compound degradation: A review** |  | **https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S194439862400417X** |
| **Myscope Microscopy Training** |  |  | **https://myscope.training/** |