|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **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 experimentosResolución de problemasRepresentaciones gráficasMapas conceptualesPresentaciones/exposicionesPortafolio de evidencias | PintarrónProyectorSoftware de simulaciónSimulaciones 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. | CuestionarioLista de cotejoRúbrica |
| 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.
 | CuestionarioLista de cotejoRúbrica |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 experimentosResolución de problemasRepresentaciones gráficasMapas conceptualesPresentaciones/exposicionesPortafolio de evidencias | PintarrónProyectorSoftware de simulaciónSimulaciones y animacionesDesarrollo 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. | CuestionarioLista de cotejoRúbrica |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 experimentosResolución de problemasRepresentaciones gráficasMapas conceptualesPresentaciones/exposicionesPortafolio de evidencias | PintarrónProyectorSoftware de simulaciónSimulaciones y animacionesDesarrollo 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. | CuestionarioLista de cotejoRúbrica |
|

|  |
| --- |
| **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/** |