

Reacciones orgánicas básicas: sustitución, adición y eliminación aplicadas a contaminantes

Ingeniería | Ingeniería ambiental

Descripción del Curso

Este curso de Ingeniería Ambiental ofrece una visión integrada de los principios, técnicas y herramientas necesarias para prevenir, identificar y mitigar impactos ambientales en entornos interdisciplinarios. Dirigido a estudiantes de pregrado a partir de 17 años, busca formar profesionales capaces de aplicar enfoques técnicos, científicos y éticos para promover la sostenibilidad en industrias, comunidades y ciudades. El aprendizaje combina fundamentos teóricos con experiencias prácticas en laboratorio, campo y proyectos reales, fomentando el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación efectiva con públicos técnicos y no técnicos. La estructura del curso se apoya en unidades que abordan desde los fundamentos de la ingeniería ambiental hasta aplicaciones específicas en gestión de recursos, tratamiento de aguas y residuos, control de la contaminación del aire y evaluación de impactos. Se enfatiza la integración de conocimientos como química, física, matemática, estadística, ciencias de la computación y economía ambiental para entender sistemas complejos y diseñar soluciones viables. Los estudiantes desarrollan habilidades para medir, monitorear y modelar procesos ambientales, así como para evaluar riesgos, costos y beneficios de alternativas de mitigación. Además, se promueve el uso de herramientas modernas de apoyo a la toma de decisiones, como software de modelación ambiental, GIS y hojas de cálculo avanzadas, junto con metodologías de muestreo, análisis de datos y comunicación de resultados. El curso destaca la relevancia de la ética profesional, la responsabilidad social y la gobernanza ambiental, integrando consideraciones culturales, legales y de equidad en la toma de decisiones. Al finalizar, se espera que el estudiante sea capaz de plantear soluciones integradas que consideren aspectos técnicos, económicos y sociales, presentar informes y proyectos de manera clara, defender propuestas ante audiencias diversas y trabajar efectivamente en equipos multidisciplinarios. Las unidades permiten contextualizar los contenidos en problemáticas reales: gestión de recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos, calidad del aire, evaluación de impactos ambientales y diseño de proyectos sostenibles. Se fomenta la capacidad de observar, analizar y proponer intervenciones con criterios de eficiencia, costo-efectividad y sostenibilidad a largo plazo. El curso busca, en última instancia, desarrollar una competencia profesional que combine conocimiento técnico, pensamiento crítico, creatividad y ética, para contribuir a soluciones que mejoren la calidad de vida sin comprometer los recursos de las futuras generaciones.

Competencias

- Comprender y aplicar principios de ingeniería ambiental para analizar problemas y proponer soluciones sostenibles en contextos reales.
- Realizar muestreos, análisis de datos y interpretación de resultados ambientales con rigor técnico.

- Diseñar procesos y soluciones para tratamiento de aguas, residuos y control de emisiones en entornos industriales y urbanos.
- Evaluar impactos ambientales y proponer medidas de mitigación, gestión y monitoreo.
- Desarrollar proyectos integrados que consideren aspectos técnicos, económicos, sociales y éticos.
- Manejar herramientas computacionales (GIS, modelación, Excel) para apoyar la toma de decisiones y la visualización de resultados.
- Comunicar información técnica de forma clara y persuasiva a audiencias técnicas y no técnicas.
- Trabajar en equipos interdisciplinarios, liderar iniciativas de sostenibilidad y gestionar proyectos ambientales.
- Interpretar marcos normativos, principios de ética profesional y gobernanza ambiental para gobernar soluciones sostenibles.

Requerimientos

- Ser estudiante de Ingeniería Ambiental o afín, con interés en sostenibilidad y gestión ambiental.
- Conocimientos básicos de matemáticas, física y química (nivel introductorio).
- Disponibilidad para prácticas de laboratorio, labores de campo y proyectos grupales.
- Manejo básico de herramientas informáticas (procesadores de texto y hojas de cálculo); se recomienda experiencia opcional con GIS o software de modelación.
- Lectura y comprensión de textos técnicos en español; inglés básico orientado a normas y referencias técnicas es deseable.
- Compromiso con principios de sostenibilidad, ética profesional y responsabilidad social.

Unidades del Curso

Unidad 1: Identificación de las clases de reacciones orgánicas básicas y su relación con transformaciones ambientales

Objetivos de Aprendizaje

- Definir y diferenciar sustitución, adición y eliminación, con ejemplos simples y contextos ambientales.
- Relacionar cada clase de reacción con transformaciones de contaminantes representativos (p. ej., halogenados, olefinas, compuestos funcionalizados).
- Utilizar diagramas de flechas para describir transformaciones básicas relevantes en escenarios ambientales.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Clasificación de sustitución, adición y eliminación

1. Definiciones, diferencias clave y ejemplos generales de cada clase de reacción.
2. Factores que influyen en la velocidad y la selectividad de cada tipo de reacción.

Unidad 2: Mecanismo general de sustitución nucleofílica SN1 y SN2 y su aplicación a contaminantes

Objetivos de Aprendizaje

- Explicar las diferencias entre SN1 y SN2 en términos de estructura del sustrato, nucleófilo y solvente.
- Identificar condiciones ambientales que favorecen SN1 frente a SN2 y viceversa.
- Aplicar los mecanismos a contaminantes representativos mediante diagramas de flechas y predicción de productos.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Mecanismos SN1 y SN2

1. Características del sustrato y del nucleófilo que determinan la vía predominante.
2. Rol de la estabilidad del carbocatión en SN1 y velocidad de ataque en SN2.

Unidad 3: Reacciones de adición a dobles y triples presentes en contaminantes: predicción de productos y selectividad

Objetivos de Aprendizaje

- Describir tipos de adición (hidratación, halogenación, hidrohalogenación, hidrosulfuración, entre otras).
- Predecir productos de adición en contaminantes con dobles/triples enlaces y analizar la influencia de otros grupos funcionales.
- Evaluar la estereoselectividad y la regiospecificidad de las adiciones relevantes en contextos ambientales.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Adiciones a dobles y triples

1. Conceptos de adición general, hidrogenación, hidrohalogenación, halogenación y adición de agua.
2. Regímenes de regioselectividad y estereoselectividad (Markovnikov/antimarkovnikov, cis/trans).

Unidad 4: Mecanismos de eliminación E1 y E2 en contaminantes y su impacto ambiental

Objetivos de Aprendizaje

- Definir E1 y E2, identificando las condiciones que favorecen cada vía (base, ácido, temperatura, solvente).
- Relacionar la pérdida de grupos funcionales con cambios en la biodegradabilidad, persistencia y toxicidad.
- Analizar ejemplos ambientales donde se presentan eliminaciones y discutir implicaciones ecológicas.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Mecanismos E1 y E2

1. Caracterización de las rutas, estabilidad de intermediarios y factores que favorecen cada vía.
2. Comparación de velocidad, dependencia de la concentración y solventes.

Unidad 5: Unidad 5: Efecto de variables ambientales en la velocidad y selectividad de sustitución, adición y eliminación

Objetivos de Aprendizaje

- Explicar cómo el pH modula la vía predominante (ácido/base) en sustitución, adición y eliminación.
- Relacionar la temperatura con la cinética y posibles cambios en la selectividad.
- Describir el papel de catalizadores y condiciones ambientales en la eficiencia de las reacciones.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Influencia del pH en las vías de reacción

1. Cómo el pH favorece SN1 frente a SN2, o la preferencia por adición/eliminación.
2. Relación entre estado de protonación y reactividad de grupos funcionales en contaminantes.

Unidad 6: Unidad 6: Resolución de problemas prácticos de predicción de productos para sustitución, adición o eliminación en contaminantes

Objetivos de Aprendizaje

- Construir y leer diagramas de flechas para rutas de reacción y predicción de productos.
- Aplicar nomenclatura básica para describir productos de las reacciones estudiadas.
- Desarrollar habilidades de razonamiento químico para afrontar problemas ambientales reales.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Diagramas de flechas para sustitución, adición y eliminación

1. Reglas básicas para construir flechas y prever productos.
2. Ejemplos simples en contaminantes representativos.

Unidad 7: Unidad 7: Diseño de estrategias de monitoreo ambiental para identificar productos de estas reacciones

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar indicadores químicos y metodologías analíticas básicas (p. ej., GC-MS, LC-MS, NMR) útiles para detectar productos de estas transformaciones.
- Proponer planes de muestreo en aguas y suelos para detener y caracterizar productos de transformación de contaminantes.
- Explicar la relevancia de la monitorización para la toma de decisiones ambientales y sanitarias.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Métodos analíticos básicos para detectar productos de reacciones orgánicas

1. Principios de GC-MS, LC-MS, NMR y su aplicabilidad en monitoreo ambiental.
2. Selección de métodos según la naturaleza de los productos (polares, no polares, volátiles, etc.).

Unidad 8: Unidad 8: Evaluación de limitaciones y propuestas de mejoras en la aplicación de estas reacciones para tratamiento de contaminantes

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar limitaciones técnicas (rendimiento, selectividad, formación de subproductos).
- Analizar impactos ambientales y de seguridad de las reacciones aplicadas en tratamiento de contaminantes.
- Proponer mejoras, alternativas o combinaciones con otras tecnologías de tratamiento.

Contenidos Temáticos

TEMA 1: Limitaciones técnicas y ambientales

1. Rendimiento, subproductos, y toxicidad de productos de transformación.
2. Factores de escalabilidad y viabilidad económica.