

Innovando en Ingeniería Ambiental: Diseño y Gestión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Impacto en la Calidad Hídrica

Ingeniería | Ingeniería ambiental | Aprendizaje Basado en Investigación

Descripción

Este plan de clase está diseñado para que estudiantes universitarios de Ingeniería Ambiental desarrollen competencias avanzadas en el diseño y gestión de sistemas de tratamiento de aguas residuales, comprendiendo su impacto crucial en la calidad del recurso hídrico. A través de la metodología de Aprendizaje Basado en Investigación, los estudiantes investigarán, analizarán y propondrán soluciones reales fundamentadas en el método científico y fuentes primarias. El propósito es que comprendan los procesos técnicos y sociales involucrados, y reconozcan la relevancia de estos sistemas para la salud ambiental y comunitaria. Además, se vincula con su formación profesional y su rol como futuros ingenieros ambientales responsables, enfatizando el impacto directo de sus decisiones en la sostenibilidad del agua, recurso vital para la vida. Esta experiencia fomenta el pensamiento crítico, la colaboración y la capacidad para resolver problemas complejos, habilidades esenciales para su desempeño profesional y contribución a la sociedad.

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar los principios fundamentales del diseño y la gestión de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Investigar el impacto de diferentes tecnologías de tratamiento en la calidad del agua y el ambiente.
- Evaluar críticamente casos reales de gestión de aguas residuales y su repercusión en la calidad hídrica.
- Diseñar propuestas de mejora para sistemas de tratamiento considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales.
- Comunicar de manera clara y fundamentada los resultados de investigación y propuestas de intervención.

Recursos Necesarios

- Computadoras o laptops con acceso a internet (1 por estudiante o por pareja)
- Proyector multimedia y pantalla
- Acceso a bases de datos académicas y bibliográficas (Scopus, Google Scholar, ScienceDirect)
- Material impreso con lecturas seleccionadas sobre tecnologías de tratamiento y normativas ambientales
- Hojas, marcadores y papelógrafos para elaboración de mapas conceptuales y esquemas
- Software para elaboración de presentaciones (PowerPoint, Google Slides)
- Calculadora científica

- Cuaderno o dispositivo para toma de notas
- Video documental corto sobre tratamiento de aguas residuales (10 minutos)

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos en química ambiental y procesos físicos-químicos del agua
- Comprensión previa sobre ciclo del agua y contaminación hídrica
- Habilidades básicas en búsqueda y análisis de información científica
- Experiencia con trabajo colaborativo y presentaciones orales o escritas

Actividades

Sesión 1: Explorando y Comprendiendo Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

15 minutos

Propósito de la sesión:

Introducir el tema de diseño y gestión de sistemas de tratamiento de aguas residuales, activando conocimientos previos y motivando el interés mediante un caso real y un dato impactante.

Activación de conocimientos previos:

Docente: Inicia preguntando: "¿Qué procesos conocen que se utilizan para tratar las aguas residuales en su ciudad o comunidad? ¿Por qué consideran que es importante tratar estas aguas?"

Estudiantes: Responden en plenaria compartiendo experiencias o conocimientos previos sobre tratamiento de aguas.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un dato real: "Según la ONU, aproximadamente 80% de las aguas residuales en el mundo se descargan sin tratamiento adecuado, afectando ecosistemas y salud humana." Luego muestra un breve video documental de 5 minutos sobre impactos negativos del mal manejo del agua residual.

Estudiantes: Observan el video y reflexionan sobre las consecuencias ambientales y sociales.

Contextualización:

Docente: Conecta el tema con la vida cotidiana de los estudiantes: "¿Cómo creen que el diseño adecuado de estos sistemas puede impactar la calidad de agua en sus comunidades y, por ende, su salud y bienestar?"

Estudiantes: Dialogan en parejas para discutir la pregunta y luego comparten conclusiones breves en plenaria.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado:

95 minutos

Presentación del contenido:

Docente: Explica brevemente las etapas básicas de un sistema de tratamiento de aguas residuales (pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario) y los principales métodos (biológicos, químicos y físicos), apoyado en imágenes y esquemas. El enfoque es abrir la curiosidad para que los estudiantes investiguen más.

Actividades de aprendizaje activo:

Actividad 1: Investigación dirigida sobre tecnologías de tratamiento

- **Objetivo:** Analizar los principios fundamentales del diseño y tecnologías de tratamiento.
- **Instrucciones:** En grupos de 3-4 estudiantes, consulten fuentes académicas proporcionadas y resuman las características, ventajas y desventajas de tres tecnologías de tratamiento (por ejemplo: lagunas de estabilización, sistemas de lodos activados y tratamiento con membranas).
- **Organización:** Grupal (3-4 estudiantes)
- **Producto:** Tabla comparativa escrita en papelógrafo o digital.
- **Tiempo:** 45 minutos
- **Rol docente:** Facilita acceso a fuentes, guía con preguntas como: "¿Qué factores afectan la eficiencia de cada tecnología? ¿Cuál sería más adecuada para una comunidad rural? ¿Qué impacto ambiental genera cada una?"

Actividad 2: Análisis de caso real

- **Objetivo:** Evaluar críticamente casos reales de gestión y su impacto en la calidad hídrica.
- **Instrucciones:** Cada grupo recibe un resumen de un caso de estudio (por ejemplo, una planta de tratamiento urbana con problemas de operación). Deben identificar problemas, posibles causas y proponer recomendaciones basadas en la investigación previa.
- **Organización:** Grupal (3-4 estudiantes)
- **Producto:** Informe breve escrito y presentación oral de 5 minutos.
- **Tiempo:** 50 minutos
- **Rol docente:** Observa, formula preguntas para profundizar: "¿Cómo afecta la mala gestión la calidad del agua? ¿Qué mejoras técnicas y administrativas podrían implementarse?"

Diferenciación:

- **Para estudiantes que terminan antes:** Se les invita a investigar normas ambientales nacionales o internacionales sobre calidad de aguas tratadas y preparar un resumen para compartir.

- **Para quienes necesitan apoyo:** Se les asigna un resumen más guiado con preguntas específicas y se les ofrece acompañamiento cercano del docente o tutor para facilitar la comprensión.

Transición:

Docente: Conecta las actividades con la siguiente sesión: “En la próxima sesión, profundizaremos en el diseño de propuestas concretas para mejorar sistemas de tratamiento basándonos en sus investigaciones y análisis.”

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

Docente: Solicita que cada grupo comparta en una frase la idea principal que aprendieron hoy sobre el impacto de los sistemas de tratamiento en la calidad hídrica.

Estudiantes: Expresan sus conclusiones en plenaria.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo contribuye el diseño de un sistema de tratamiento a la protección de los recursos hídricos?
- ¿Qué desafíos identifica en la gestión actual de estos sistemas?
- ¿Qué información les resulta clave para proponer mejoras efectivas?

Retroalimentación:

Docente: Ofrece comentarios inmediatos valorando las aportaciones y motivando a profundizar en los temas para la siguiente sesión.

Transferencia:

Docente: Explica que en la próxima sesión aplicarán lo investigado para diseñar propuestas concretas y comunicar sus resultados.

Tarea o reto:

Docente: Pide que revisen en casa noticias o reportes locales relacionados con la calidad del agua y posibles problemas en tratamiento, para traer ejemplos al aula.

Sesión 2: Diseño y Propuestas para la Gestión Efectiva de Aguas Residuales

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

10 minutos

Propósito de la sesión:

Recapitular conocimientos previos, presentar el objetivo de diseñar propuestas de mejora y preparar a los estudiantes para actividades prácticas colaborativas.

Activación de conocimientos previos:

Docente: Inicia con preguntas: “¿Qué tecnologías y problemas identificaron en la sesión pasada? ¿Qué aspectos creen que son prioritarios para mejorar?”

Estudiantes: Responden en plenaria y con apoyo de notas del día anterior.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un breve reto: “Imaginen que son consultores ambientales y su tarea es diseñar una mejora para un sistema de tratamiento que reduzca significativamente la contaminación y sea viable económicamente. ¿Cómo lo harían?”

Estudiantes: Reflexionan y generan expectativas para las actividades.

Contextualización:

Docente: Relaciona la actividad con su futuro profesional y el impacto social y ambiental de sus decisiones técnicas.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado:

100 minutos

Presentación del contenido:

Docente: Recuerda los criterios de diseño sostenible e introduce brevemente aspectos técnicos, económicos y sociales que deben considerarse en propuestas de tratamiento de aguas residuales.

Actividades de aprendizaje activo:

Actividad 1: Diseño colaborativo de propuesta de mejora

- **Objetivo:** Diseñar propuestas para sistemas de tratamiento considerando múltiples dimensiones.
- **Instrucciones:** En los mismos grupos, elaboren un plan que incluya: selección tecnológica, justificación técnica, análisis de costos aproximados, impactos ambientales esperados y estrategias de gestión y mantenimiento.
- **Organización:** Grupal (3-4 estudiantes)
- **Producto:** Documento escrito + esquema visual (mapa conceptual o diagrama del sistema).
- **Tiempo:** 70 minutos
- **Rol docente:** Orienta con preguntas guía: “¿Cómo optimizan la eficiencia? ¿Cómo minimizan el impacto ambiental? ¿Qué costos consideran? ¿Cómo asegurar la operación continua?”

Actividad 2: Presentación y retroalimentación entre pares

- **Objetivo:** Comunicar y argumentar la propuesta, recibir y proporcionar retroalimentación crítica.
- **Instrucciones:** Cada grupo presenta su propuesta en 7 minutos, seguida de 3 minutos para preguntas y comentarios constructivos de los otros grupos.
- **Organización:** Plenaria
- **Producto:** Presentación oral y registro de retroalimentación recibida.
- **Tiempo:** 30 minutos
- **Rol docente:** Modera, fomenta preguntas profundas, enfatiza buenas prácticas de comunicación y crítica constructiva.

Diferenciación:

- **Para estudiantes rápidos:** Se les invita a profundizar en un análisis de impacto ambiental detallado o preparar un plan de monitoreo post-implementación.
- **Para estudiantes con dificultades:** Se les proporciona un esquema guía para estructurar su propuesta y apoyo en la formulación de argumentos.

Transición:

Docente: Resume la importancia de comunicar bien las soluciones y anuncia la fase final de reflexión y consolidación del aprendizaje.

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

Docente: Solicita que cada estudiante escriba un “ticket de salida” respondiendo en pocas líneas: “¿Cuál es el aspecto más importante que aprendí sobre el diseño y gestión de sistemas de tratamiento y su impacto en la calidad hídrica?”

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo integraron los aspectos técnicos, económicos y ambientales en su propuesta?
- ¿Qué retos anticipan en aplicar estos conocimientos en el campo profesional?
- ¿Qué habilidades desarrollaron durante estas sesiones?

Retroalimentación:

Docente: Lee algunos tickets en voz alta, proporciona retroalimentación global y felicita los avances y la participación activa.

Transferencia:

Docente: Invita a los estudiantes a observar en su entorno real los sistemas de tratamiento y reflexionar sobre posibles mejoras basadas en lo aprendido.

Tarea o reto:

Docente: Encarga redactar un breve informe individual que incluya una propuesta personal de mejora para un sistema local de tratamiento de aguas residuales, fundamentada en la investigación y aprendizaje del plan.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- **Diagnóstica:** Inicio de la primera sesión mediante preguntas activadoras para identificar conocimientos previos.
- **Formativa:** Durante las actividades de investigación, análisis de casos y diseño de propuestas, mediante observación, preguntas guía y retroalimentación entre pares.
- **Sumativa:** Al cierre de la segunda sesión con la presentación de propuestas, el ticket de salida y el informe individual como evidencia de aprendizaje.

Criterios de evaluación:

- Capacidad para analizar y comparar tecnologías de tratamiento (Objetivo 1).
- Habilidad para investigar y evaluar impactos ambientales de sistemas de tratamiento (Objetivo 2 y 3).
- Competencia para diseñar propuestas integrales con justificación técnica y socioambiental (Objetivo 4).
- Claridad y fundamentación en la comunicación de resultados (Objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Rúbrica para evaluación de presentaciones orales y escritas.
- Lista de cotejo para participación y calidad de aportes en actividades grupales.
- Observación directa del desempeño durante actividades colaborativas.
- Autoevaluación y coevaluación entre pares tras presentaciones.

Evidencias de aprendizaje:

- Tablas comparativas y análisis de caso escritos.
- Propuestas de diseño y mapas conceptuales elaborados.
- Presentaciones orales y discusiones en plenaria.
- Ticket de salida y reporte individual final.