

Explorando la Humidificación: Diseño y Evaluación de Sistemas Sostenibles de Transferencia de Calor y Masa

Ciencias Exactas y Naturales | Química | Aprendizaje Basado en Investigación

Descripción

Este plan de clase tiene como propósito que los estudiantes universitarios comprendan y analicen las operaciones unitarias de humidificación, aplicando de manera integrada los principios de transferencia simultánea de calor y masa. A través del uso del Diagrama del Aire Húmedo y la realización de balances de energía, los estudiantes desarrollarán competencias para diseñar y evaluar el desempeño de torres de enfriamiento y humidificadores industriales. La relevancia de este tema radica en su aplicación directa en procesos industriales y ambientales donde la eficiencia y sustentabilidad son cruciales para optimizar recursos y reducir impactos ecológicos.

Los estudiantes investigarán a partir de problemas reales, utilizando fuentes primarias y el método científico para fundamentar sus respuestas, lo que favorecerá su pensamiento crítico y habilidades analíticas. Además, comprenderán cómo la humidificación afecta sistemas cotidianos y tecnológicos, estableciendo conexiones con el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica en ingeniería química y ambiental.

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar las operaciones unitarias de humidificación mediante la aplicación de los principios de transferencia simultánea de calor y masa.
- Interpretar el Diagrama del Aire Húmedo para resolver problemas prácticos de humidificación.
- Realizar balances de energía y masa para diseñar y evaluar torres de enfriamiento y humidificadores industriales.
- Evaluar la eficiencia y sustentabilidad de sistemas de humidificación industriales con criterios técnicos y ambientales.
- Argumentar propuestas de mejora en el diseño y operación de sistemas de humidificación basadas en resultados analíticos e investigación científica.

Recursos Necesarios

- Computadora con software para diagramas y cálculos (Excel, MATLAB o similar)
- Proyector para presentaciones y visualización del Diagrama del Aire Húmedo
- Copias impresas del Diagrama del Aire Húmedo y tablas de propiedades del aire húmedo (1 por estudiante)
- Artículos científicos recientes sobre humidificación industrial y transferencia de calor y masa (en formato digital o impreso)
- Calculadoras científicas (1 por estudiante)

- Hojas de trabajo con problemas de diseño y análisis de torres de enfriamiento y humidificadores
- Acceso a bases de datos académicas para consulta en clase (si es posible)
- Pizarrón y marcadores para exposiciones y discusión

Requisitos Previos

- Conocimiento básico de termodinámica y transferencia de calor y masa.
- Familiaridad con diagramas psicrométricos y propiedades del aire húmedo.
- Habilidad para realizar cálculos de balances de energía y masa.
- Capacidad para leer y comprender textos científicos en inglés o español.
- Experiencia previa en trabajo colaborativo y resolución de problemas técnicos.

Actividades

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 20 minutos

Propósito de la sesión

Docente: Explica que el objetivo es comprender cómo las operaciones de humidificación se aplican en procesos industriales para optimizar eficiencia y sostenibilidad, enfatizando la importancia del método científico y el análisis con el Diagrama del Aire Húmedo.

Estudiantes: Prestan atención para entender el propósito y la relevancia del tema.

Activación de conocimientos previos

Docente: Presenta un caso real de una planta industrial que utiliza torres de enfriamiento y formula la pregunta: "*¿Qué factores térmicos y de masa deben considerarse para que una torre de enfriamiento sea eficiente y sostenible?*"

Solicita que cada estudiante escriba una respuesta breve en dos minutos.

Estudiantes: Responden individualmente y luego comparten sus ideas en parejas durante 5 minutos.

Motivación y enganche

Docente: Muestra un video corto (3 minutos) sobre el impacto ambiental y económico de sistemas de humidificación mal diseñados y plantea un reto: "*¿Cómo podemos diseñar un sistema que minimice el consumo energético y el desperdicio de agua?*"

Estudiantes: Reflexionan y expresan sus primeras hipótesis en plenaria.

Contextualización

Docente: Relaciona el tema con aplicaciones cotidianas, como el control del confort térmico en edificios y procesos industriales, explicando que dominar estas operaciones es clave para ingenieros comprometidos con el desarrollo

sostenible.

Estudiantes: Reconocen la conexión entre el contenido y su futura práctica profesional.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 80 minutos

Presentación del contenido

Docente: Introduce brevemente los conceptos fundamentales del Diagrama del Aire Húmedo, transferencia simultánea de calor y masa y balances de energía, apoyándose en esquemas visuales y preguntas para activar la reflexión.

Actividad 1: Análisis de un problema real de humidificación

- **Objetivo:** Analizar operaciones unitarias usando principios de transferencia simultánea de calor y masa.
- **Instrucciones:**
 - Se divide a los estudiantes en grupos de 4.
 - Se entrega un caso con datos de una torre de enfriamiento real.
 - Los estudiantes deben identificar variables relevantes, interpretar el Diagrama del Aire Húmedo y plantear un balance de masa y energía preliminar.
- **Organización:** Grupos de 4
- **Producto:** Informe breve con análisis inicial y esquema del balance.
- **Tiempo:** 30 minutos
- **Rol docente:** Facilita, guía con preguntas como: "*¿Cómo afecta la humedad relativa al rendimiento?*" y apoya en la interpretación del diagrama.

Actividad 2: Investigación y discusión basada en fuentes primarias

- **Objetivo:** Argumentar propuestas de mejora fundamentadas en investigación científica.
- **Instrucciones:**
 - Cada grupo accede a un artículo científico seleccionado sobre eficiencia y sustentabilidad en humidificación.
 - Realizan una lectura dirigida con preguntas específicas sobre métodos y resultados.
 - Discutir en grupo cómo aplicar esos hallazgos al caso presentado.
- **Organización:** Grupos de 4 (mismos)
- **Producto:** Presentación corta (5 min) con propuestas fundamentadas.
- **Tiempo:** 30 minutos
- **Rol docente:** Supervisa, fomenta el debate con preguntas como: "*¿Qué ventajas tiene ese diseño respecto al que analizamos?*"

Actividad 3: Resolución práctica con Diagrama del Aire Húmedo

- **Objetivo:** Interpretar el Diagrama del Aire Húmedo para resolver problemas prácticos.
- **Instrucciones:**
 - Individualmente, cada estudiante resuelve un problema numérico que incluye lectura y trazado en el Diagrama del Aire Húmedo para calcular estado final del aire y la transferencia de calor y masa.
 - Se proveen hojas de trabajo con datos y preguntas específicas.
- **Organización:** Individual
- **Producto:** Solución escrita con cálculos y justificaciones.
- **Tiempo:** 20 minutos
- **Rol docente:** Atiende dudas puntuales, verifica comprensión y anima a aplicar correctamente los conceptos.

Diferenciación

- Para quienes terminan antes: Se les proporciona un problema adicional más complejo que involucra evaluación de eficiencia energética y propuesta de mejora.
- Para quienes necesitan apoyo: Se ofrece guía personalizada con explicaciones paso a paso y ejercicios simplificados sobre el Diagrama del Aire Húmedo y balances.

Transiciones

Docente: Conecta la actividad de investigación con la resolución práctica destacando la importancia de fundamentar el diseño en datos reales y evidencia científica. Luego invita a la reflexión final en plenaria para preparar el cierre.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 20 minutos

Síntesis

Docente: Solicita a cada grupo elaborar un mapa mental colectivo con los conceptos clave de humidificación, transferencia de calor y masa, uso del Diagrama del Aire Húmedo y criterios de eficiencia y sustentabilidad.

Estudiantes: Construyen el mapa en una hoja grande o digitalmente, integrando conocimientos generados durante la sesión.

Reflexión metacognitiva

Docente: Plantea las siguientes preguntas para responder por escrito:

- ¿Cómo aplicaste los principios de transferencia simultánea de calor y masa en el análisis de operaciones unitarias de humidificación?
- ¿Qué aspectos del Diagrama del Aire Húmedo te resultaron más útiles para diseñar o evaluar sistemas?
- ¿En qué medida consideras que el diseño que propusiste puede contribuir a la sustentabilidad industrial?

Estudiantes: Responden individualmente y comparten algunas respuestas en plenaria.

Retroalimentación

Docente: Proporciona retroalimentación inmediata sobre los mapas mentales y reflexiones, destacando fortalezas y áreas de mejora, y clarificando dudas finales.

Transferencia

Docente: Explica que el conocimiento adquirido será fundamental para próximas asignaturas y prácticas profesionales, especialmente en diseño y optimización de sistemas térmicos e industriales sustentables.

Tarea o reto

Docente: Asigna la elaboración de un reporte corto en el que cada estudiante evalúe un sistema de humidificación real o hipotético, aplicando los conceptos vistos y proponiendo mejoras sustentables, a entregar en la próxima clase.

Evaluación

Tipo de evaluación: Diagnóstica en inicio (activación de conocimientos previos), formativa en desarrollo (análisis de casos, discusión y resolución de problemas), sumativa en cierre (mapa mental, reflexión escrita y tarea).

Criterios de evaluación:

- Capacidad para analizar operaciones unitarias aplicando principios de transferencia simultánea de calor y masa (objetivo 1).
- Habilidad para interpretar y utilizar el Diagrama del Aire Húmedo en problemas prácticos (objetivo 2).
- Precisión en la realización de balances de energía y masa para diseño y evaluación (objetivo 3).
- Evaluación crítica de eficiencia y sustentabilidad en sistemas industriales (objetivo 4).
- Argumentación fundamentada en investigación científica para propuestas de mejora (objetivo 5).

Instrumentos sugeridos: Rúbrica para informe grupal y presentación, lista de cotejo para solución individual de problemas, observación directa en discusiones y reflexión escrita, portafolio con tarea final.

Evidencias de aprendizaje: Informes de análisis, presentaciones grupales, problemas resueltos individualmente, mapa mental colectivo, respuestas de reflexión y reporte de tarea.