

# Equilibrios Dinámicos: Descubriendo la Reversibilidad y Constantes de Ácidos en la Industria Química

Ciencias Exactas y Naturales | Química industrial | Aprendizaje Basado en Proyectos

## Descripción

Este plan de clase está diseñado para estudiantes universitarios de Química Industrial y tiene como propósito fundamental que comprendan la reversibilidad de las reacciones químicas, especialmente al analizar la constante de equilibrio en ácidos fuertes y débiles, y su relación con la concentración de iones hidrógeno. A través de un enfoque basado en proyectos, los estudiantes explorarán cómo la industria química controla cuidadosamente estos procesos para optimizar la producción de compuestos estratégicos mediante el manejo eficiente de condiciones de reacción y equilibrio químico.

Los estudiantes aprenderán conceptos clave como equilibrio químico, molaridad, teorías ácido-base de Brønsted-Lowry, pH, constante de acidez ( $K_a$ ), y cómo estas variables influyen en la rapidez y reversibilidad de las reacciones industriales. Además, utilizarán simuladores digitales especializados para modelar estas reacciones, fortaleciendo su capacidad analítica y técnica.

Este conocimiento es vital para los futuros profesionales, dado que la comprensión profunda y el control de estos parámetros garantizan la calidad, seguridad y eficiencia en procesos industriales reales, impactando directamente en la producción, costos y sostenibilidad.

## Objetivos de Aprendizaje

- Analizar la reversibilidad de reacciones químicas mediante la comparación de constantes de equilibrio entre ácidos fuertes y débiles.
- Relacionar la constante de acidez ( $K_a$ ) con la concentración de iones hidrógeno y el pH en soluciones ácidas.
- Evaluar la importancia del control de condiciones de reacción en procesos industriales aplicando conceptos de rapidez y equilibrio químico.
- Utilizar simuladores digitales para modelar y predecir comportamientos de equilibrio ácido-base en contextos industriales.
- Argumentar la relevancia del equilibrio químico en la eficiencia de la elaboración de productos estratégicos en la industria química.

## Recursos Necesarios

- Computadoras con acceso a internet y software simuladores de equilibrio químico (ejemplo: PhET Interactive Simulations, ChemCollective)

- Calculadoras científicas
- Material impreso: guías de actividades, tablas de constantes de acidez ( $K_a$ ), hojas de trabajo
- Proyector multimedia para presentaciones y demostraciones
- Reactivos para demostración (opcional): ácido clorhídrico (HCl) diluido, ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) diluido, indicadores de pH (papel tornasol, fenolftaleína)
- Cuadernos o dispositivos para tomar apuntes y registrar resultados

## Requisitos Previos

- Conocimiento previo de conceptos básicos de química general: átomos, moléculas, reacciones químicas
- Entendimiento inicial sobre molaridad y concentración de soluciones
- Familiaridad con la teoría ácido-base de Arrhenius y Brønsted-Lowry
- Capacidad para interpretar gráficos y tablas de datos
- Habilidades básicas en el manejo de software y simuladores digitales

## Actividades

### Sesión 1: Introducción a la Reversibilidad y Constantes de Equilibrio en Ácidos

#### Fase de Inicio

##### Tiempo estimado:

15 minutos

##### Propósito de la sesión:

**Docente:** Explicará que el objetivo es comprender qué significa que una reacción sea reversible, cómo la constante de equilibrio refleja esta reversibilidad y la importancia de estos conceptos en la industria química para controlar procesos y obtener productos de calidad.

##### Activación de conocimientos previos:

**Docente:** Pregunta detonadora para discusión inicial: “¿Qué diferencias creen que existen entre un ácido fuerte y un ácido débil en términos de su comportamiento en solución? ¿Cómo creen que esto afecta la concentración de iones hidrógeno y el pH?”

**Estudiantes:** Responden en plenaria o pequeños grupos (de 3) compartiendo ideas previas.

##### Motivación y enganche:

**Docente:** Presenta un dato curioso: “¿Sabían que la producción de productos como fertilizantes y medicamentos depende directamente del control preciso de reacciones reversibles y constantes de equilibrio? Un pequeño cambio en

estas condiciones puede afectar millones de toneladas producidas.”

**Estudiantes:** Reflexionan y comentan brevemente sobre la importancia industrial.

### **Contextualización:**

**Docente:** Conecta el tema con la vida cotidiana: “Cuando consumimos alimentos ácidos o medicinas, la calidad y efectividad dependen del conocimiento que tienen los químicos para controlar estas reacciones reversibles en la industria.”

**Estudiantes:** Reconocen la relevancia directa en productos que usan diariamente.

## **Fase de Desarrollo**

### **Tiempo estimado:**

95 minutos

### **Presentación del contenido:**

**Docente:** Introduce brevemente el concepto de equilibrio químico, constante de equilibrio (K), y teoría ácido-base de Brønsted-Lowry, enfatizando en la diferenciación entre ácidos fuertes y débiles y relacionándolo con pH y  $K_a$ . Utiliza esquemas y ejemplos reales de la industria química.

### **Actividad 1: Análisis comparativo de ácidos fuertes y débiles**

- **Objetivo:** Analizar la diferencia en constantes de equilibrio entre ácidos fuertes y débiles y su efecto en la concentración de iones  $H^+$ .
- **Instrucciones:**
  - Dividir a los estudiantes en grupos de 4.
  - Entregar tablas con valores de  $K_a$  y pH para diferentes ácidos.
  - Solicitar que calculen la concentración de iones hidrógeno y discutan cómo la constante de acidez afecta la reversibilidad de la reacción.
  - Solicitar que preparen un breve informe escrito de 1 página con sus conclusiones.
- **Organización:** Grupos de 4
- **Producto/Evidencia:** Informe escrito con cálculos y conclusiones.
- **Tiempo estimado:** 40 minutos
- **Rol del docente:** Facilitar recursos, guiar con preguntas como “¿Por qué un ácido fuerte tiene una constante de equilibrio tan alta? ¿Qué significa esto para la reversibilidad?” Observa y apoya el trabajo grupal.

### **Actividad 2: Simulación digital del equilibrio ácido-base**

- **Objetivo:** Utilizar simuladores para modelar la reacción reversible y observar cómo varían las concentraciones de iones  $H^+$  y el pH según el tipo de ácido.

- **Instrucciones:**

- Cada estudiante accede a un simulador (PhET o ChemCollective).
- Realiza experimentos virtuales con ácidos fuertes y débiles, modificando la concentración y observando cambios en el equilibrio y pH.
- Responden en una hoja de trabajo preguntas específicas: ¿Cómo cambia la concentración de iones  $H^+$  con la molaridad? ¿Qué diferencias observa entre un ácido fuerte y uno débil en la simulación?

- **Organización:** Individual

- **Producto/Evidencia:** Hoja de trabajo completada con respuestas y gráficos generados en el simulador.

- **Tiempo estimado:** 35 minutos

- **Rol del docente:** Asistir con dudas técnicas, promover reflexión con preguntas guiadas como “¿Qué implicaciones tiene esto para procesos industriales?”

### Actividad 3: Discusión grupal sobre control industrial

- **Objetivo:** Evaluar la importancia del control de condiciones en la industria química basándose en lo aprendido.

- **Instrucciones:**

- En los mismos grupos, discuten un caso hipotético: “Si una planta química no controla adecuadamente el pH y el equilibrio de una reacción, ¿qué problemas podrían surgir?”
- Preparan una presentación corta (5 minutos) para compartir sus ideas.

- **Organización:** Grupos de 4

- **Producto/Evidencia:** Presentación oral grupal y notas de discusión.

- **Tiempo estimado:** 20 minutos

- **Rol del docente:** Facilitar la discusión, promover la conexión con la industria, y moderar las presentaciones para asegurar participación.

### Diferenciación:

**Para estudiantes que terminan antes:** Proponer que investiguen un producto industrial específico donde el control del equilibrio ácido-base es crítico y preparen un breve reporte.

**Para estudiantes con más dificultades:** Proveer ejemplos adicionales con guía paso a paso durante los cálculos y acompañamiento directo en el simulador.

### Transiciones:

Después de cada actividad, el docente hace un breve resumen y conecta los aprendizajes previos con el siguiente ejercicio, enfatizando la continuidad del proyecto y la aplicación práctica en la industria.

### Fase de Cierre

#### Tiempo estimado:

10 minutos

### **Síntesis:**

**Docente:** Solicita que cada estudiante escriba en una tarjeta tres conceptos clave que aprendió sobre equilibrio y ácidos, y una pregunta que aún tenga.

**Estudiantes:** Comparten algunas respuestas en plenaria.

### **Reflexión metacognitiva:**

- ¿Cómo influye la constante de equilibrio en la reversibilidad de una reacción química?
- ¿Por qué es importante entender la diferencia entre ácidos fuertes y débiles en la industria química?
- ¿De qué manera el manejo del pH puede afectar la producción industrial?

### **Retroalimentación:**

**Docente:** Ofrece retroalimentación inmediata sobre las tarjetas, aclarando dudas, reforzando conceptos acertados y señalando puntos para profundizar en la siguiente sesión.

### **Transferencia:**

**Docente:** Explica que en la próxima sesión aplicarán estos conceptos para diseñar un proyecto que simule el control de un proceso industrial real, utilizando los simuladores y análisis de constantes de equilibrio.

### **Tarea o reto:**

Investigar un proceso industrial donde el equilibrio ácido-base sea fundamental y preparar un resumen breve para compartir al inicio de la siguiente sesión.

## **Sesión 2: Aplicación y Control de Equilibrios en Procesos Industriales**

### **Fase de Inicio**

#### **Tiempo estimado:**

10 minutos

#### **Propósito de la sesión:**

**Docente:** Presenta que en esta sesión los estudiantes aplicarán lo aprendido para diseñar y simular un proceso industrial controlando variables de equilibrio ácido-base.

#### **Activación de conocimientos previos:**

**Docente:** Solicita que compartan los resúmenes sobre procesos industriales encontrados como tarea, y los conecta con los conceptos clave del equilibrio.

**Estudiantes:** Presentan y discuten brevemente.

## **Motivación y enganche:**

**Docente:** Muestra un video corto (5 min) sobre una planta química real donde se controla el pH y el equilibrio ácido-base para la producción de un producto estratégico.

**Estudiantes:** Observan y comentan.

## **Contextualización:**

**Docente:** Relaciona el video con el proyecto que realizarán a continuación.

## **Fase de Desarrollo**

### **Tiempo estimado:**

100 minutos

### **Presentación del contenido:**

**Docente:** Explica que la actividad central será un proyecto grupal donde diseñarán un proceso simulado, controlando equilibrio y condiciones para optimizar la producción.

### **Actividad 1: Diseño de proyecto industrial simulado**

- **Objetivo:** Aplicar conceptos de equilibrio y constante de acidez para diseñar un proceso de producción controlado.
- **Instrucciones:**
  - Formar grupos de 4 estudiantes (pueden ser los mismos de la sesión 1).
  - Cada grupo selecciona un producto industrial que involucre equilibrio ácido-base (ejemplo: producción de ácido acético, neutralización en tratamiento de aguas).
  - Definen variables clave: tipo de ácido, concentración, temperatura, pH objetivo.
  - Utilizan simuladores para modelar la reacción y ajustar condiciones para maximizar la eficiencia.
  - Registran resultados, cálculos y análisis en un informe estructurado.
- **Organización:** Grupos de 4
- **Producto/Evidencia:** Informe del proyecto con simulaciones, análisis y propuesta de control.
- **Tiempo estimado:** 70 minutos
- **Rol del docente:** Orientar, resolver dudas técnicas, fomentar discusión crítica sobre decisiones de diseño y su impacto industrial.

### **Actividad 2: Presentación y retroalimentación cruzada**

- **Objetivo:** Comunicar resultados y recibir retroalimentación crítica para mejorar el diseño.
- **Instrucciones:**
  - Cada grupo presenta en 5 minutos su proyecto y hallazgos.
  - Los demás grupos formulan preguntas y sugerencias.

- El docente modera y destaca puntos clave.
- **Organización:** Presentación grupal y plenaria
- **Producto/Evidencia:** Presentación oral y registros de retroalimentación.
- **Tiempo estimado:** 30 minutos
- **Rol del docente:** Facilitar el diálogo, garantizar participación equitativa, enfatizar aprendizajes y conexiones industriales.

### **Diferenciación:**

**Para estudiantes adelantados:** Proponer que incluyan variables adicionales como temperatura o presión en sus simulaciones para análisis más complejo.

**Para estudiantes con dificultades:** Ofrecer apoyo adicional en el manejo del simulador o análisis de datos, y simplificar variables si es necesario.

### **Transiciones:**

Tras la presentación, el docente conecta los aprendizajes con la importancia de estos controles en la industria real, cerrando el ciclo del aprendizaje.

## **Fase de Cierre**

### **Tiempo estimado:**

10 minutos

### **Síntesis:**

**Docente:** Solicita que cada estudiante escriba en su cuaderno un resumen con las tres ideas principales que aprendió y cómo aplicaría este conocimiento en su futuro profesional.

### **Reflexión metacognitiva:**

- ¿Cómo influye la constante de equilibrio en la eficiencia de un proceso químico industrial?
- ¿Qué estrategias de control aprendidas pueden aplicarse para mejorar la producción en la industria química?
- ¿Cómo los simuladores ayudan a predecir y mejorar procesos reales?

### **Retroalimentación:**

**Docente:** Revisa los resúmenes y ofrece comentarios verbales breves, destacando logros y áreas para profundizar.

### **Transferencia:**

**Docente:** Invita a los estudiantes a pensar en otros procesos industriales donde el equilibrio químico sea esencial y a explorar esos casos de manera autónoma.

### **Tarea o reto:**

Investigar un proceso industrial diferente al abordado en el proyecto y preparar un breve reporte que incluya cómo se controla el equilibrio ácido-base para asegurar la calidad del producto.

## Evaluación

### Tipo de evaluación:

- **Diagnóstica:** Al inicio de la sesión 1 con la pregunta detonadora para activar conocimientos previos.
- **Formativa:** Durante las actividades de análisis, simulación y diseño del proyecto en ambas sesiones, con observación directa, guía y retroalimentación continua.
- **Sumativa:** Evaluación del informe del proyecto, presentaciones grupales y síntesis final escrita al cierre de la sesión 2.

### Criterios de evaluación:

- Analiza correctamente las diferencias entre ácidos fuertes y débiles y su relación con la constante de equilibrio (Objetivo 1).
- Relaciona con precisión la constante de acidez con la concentración de iones hidrógeno y el pH (Objetivo 2).
- Evalúa la importancia del control de condiciones en procesos industriales y propone estrategias adecuadas (Objetivo 3).
- Utiliza efectivamente simuladores digitales para modelar reacciones y obtener conclusiones válidas (Objetivo 4).
- Argumenta con fundamentos la relevancia del equilibrio químico en la industria química (Objetivo 5).

### Instrumentos sugeridos:

- Rúbrica para evaluación del informe y presentación del proyecto (criterios técnicos, claridad, aplicación industrial).
- Lista de cotejo para participación en actividades y uso de simuladores.
- Observación directa y registro anecdótico durante las discusiones y actividades grupales.
- Autoevaluación y coevaluación entre pares para las presentaciones.

### Evidencias de aprendizaje:

- Informes escritos con cálculos y análisis comparativos de constantes y pH.
- Hojas de trabajo completadas con simulaciones y respuestas.
- Presentaciones grupales defendiendo el diseño del proceso industrial simulado.
- Resúmenes y reflexiones escritas individuales sintetizando el aprendizaje.