

¿Llama limpia o humo peligroso? Investigamos la combustión de los alcanos

Ciencias Naturales | Química | Aprendizaje Basado en Problemas

Descripción

En esta clase de Química, los estudiantes analizarán un problema relacionado con el uso cotidiano de combustibles como el gas natural, el gas licuado de petróleo y la gasolina. A partir de una situación problemática, investigarán qué ocurre cuando un alcano reacciona con oxígeno, cómo se representan y balancean las ecuaciones de combustión y por qué una combustión incompleta puede producir sustancias peligrosas como el monóxido de carbono y el hollín.

Mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, trabajarán en equipos para interpretar evidencias, formular explicaciones, comparar combustión completa e incompleta y proponer recomendaciones para mejorar la seguridad y reducir impactos ambientales. No se realizarán experimentos con llamas o combustibles reales; se utilizarán videos, simulaciones, tarjetas de evidencias y datos preparados para el aula.

El tema es relevante porque los alcanos están presentes en actividades cercanas a los estudiantes: cocinar, transportarse, utilizar calentadores y producir electricidad. La clase fortalecerá el razonamiento químico, la resolución de problemas, la comunicación científica y la toma de decisiones responsables. Al finalizar, los estudiantes deberán justificar, mediante ecuaciones y argumentos basados en evidencias, qué condiciones favorecen una combustión completa y cómo reconocer los riesgos de una combustión incompleta.

Objetivos de Aprendizaje

- **Explicar** qué es la combustión de un alcano e identificar los reactivos y productos de una combustión completa e incompleta.
- **Balancear** ecuaciones químicas de combustión completa de alcanos sencillos, como metano, propano y butano.
- **Comparar** las evidencias y consecuencias de la combustión completa e incompleta, incluyendo la formación de dióxido de carbono, agua, monóxido de carbono y carbono sólido.
- **Argumentar** recomendaciones de seguridad y cuidado ambiental ante situaciones cotidianas relacionadas con el uso de combustibles.

Recursos Necesarios

- Tablero, marcadores y borrador.
- Una presentación breve o video de 3 minutos sobre una llama azul y una llama amarilla en una cocina de gas, descargado previamente.
- Computador, proyector y parlantes; como alternativa, imágenes impresas de llamas azul y amarilla.

- Una ficha del problema por equipo, con el caso “La cocina que ennegrece la olla”.
- Un paquete de tarjetas por equipo con fórmulas y sustancias: CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} , O_2 , CO_2 , CO , H_2O y C .
- Una hoja de trabajo por estudiante con tabla de evidencias y ejercicios de balanceo.
- Calculadora básica, lápices, colores y hojas tamaño carta.
- Simulación digital PhET “Balanceo de ecuaciones químicas”, si hay acceso a internet; como alternativa, tarjetas de átomos recortables.
- Rúbrica breve para el producto grupal, lista de cotejo docente y ticket de salida.
- Guantes desechables únicamente para manipular materiales impresos, si se considera necesario. No se usarán llamas, combustibles ni sustancias químicas reales.

Requisitos Previos

- Reconocer que los alcanos son hidrocarburos formados únicamente por carbono e hidrógeno.
- Identificar las fórmulas moleculares de algunos alcanos: metano CH_4 , propano C_3H_8 y butano C_4H_{10} .
- Diferenciar elementos, compuestos, reactivos y productos en una ecuación química.
- Contar átomos de cada elemento y aplicar la ley de conservación de la materia.
- Comprender de manera básica el significado de una reacción exotérmica y la necesidad del oxígeno para la combustión.

Actividades

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 20 minutos.

Propósito de la sesión: Activar conocimientos previos y presentar un problema realista que motive la investigación sobre la combustión de los alcanos. Los estudiantes comprenderán que observar una llama, humo u hollín permite formular preguntas químicas relacionadas con el oxígeno, los productos de reacción y la seguridad.

Activación de conocimientos previos: “Piensa, vota y justifica” (6 minutos)

- **Docente:** Proyecta las preguntas: “¿Qué necesita una vela o una cocina de gas para mantenerse encendida?” y “¿Qué sustancias creen que se producen cuando se quema el gas?”.
- **Estudiantes:** Responden individualmente en una nota adhesiva o en su cuaderno. Después, levantan una tarjeta con una de estas opciones: “oxígeno”, “combustible”, “calor” o “no estoy seguro”.
- **Docente:** Solicita a tres estudiantes que expliquen sus respuestas y registra en el tablero las ideas sin corregirlas todavía. Pregunta: “¿Todas las combustiones producen exactamente los mismos gases?”.
- **Estudiantes:** Comparten hipótesis y formulan una pregunta que les gustaría resolver durante la clase.

Motivación y enganche: observación de evidencias (6 minutos)

- **Docente:** Muestra un video corto o dos imágenes: una llama azul y otra amarilla, junto con una olla limpia y otra ennegrecida. Aclara: “No vamos a encender combustibles en el aula; trabajaremos con evidencias seguras”.
- **Docente:** Pregunta exactamente: “¿Cuál llama parece indicar una combustión más completa? ¿Qué evidencia visual respalda su respuesta? ¿Qué peligro podría existir si una habitación está mal ventilada?”.
- **Estudiantes:** Escriben una observación, una inferencia y una pregunta en tres columnas de su hoja.
- **Docente:** Presenta el dato: “El monóxido de carbono no tiene color ni olor y puede formarse cuando no hay suficiente oxígeno”. Explica que el objetivo será descubrir cómo se relaciona esto con las ecuaciones químicas.

Contextualización del problema (8 minutos)

- **Docente:** Lee el caso: “En la casa de una familia, la llama de la estufa pasó de azul a amarilla y la parte inferior de una olla comenzó a cubrirse de negro. La ventana estaba cerrada. La familia quiere saber qué ocurre y qué debe hacer”.
- **Docente:** Forma equipos de 3 o 4 estudiantes y entrega la ficha del caso. Indica: “Su misión será explicar químicamente el problema y elaborar recomendaciones seguras para la familia”.
- **Estudiantes:** Identifican en la ficha tres apartados: “lo que sabemos”, “lo que necesitamos investigar” y “una hipótesis inicial”.
- **Docente:** Escucha dos hipótesis, evita dar la solución y anuncia: “Durante la clase reunirán evidencias para confirmar, modificar o rechazar sus hipótesis”.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 78 minutos.

Presentación del contenido: El contenido se construirá a partir del problema. El docente aportará explicaciones breves únicamente cuando sean necesarias para que los equipos puedan interpretar las evidencias, representar las reacciones y justificar una solución. Se trabajará con modelos visuales, ecuaciones y datos, evitando una exposición prolongada.

Actividad 1. Construimos el modelo químico del problema (12 minutos)

Objetivo específico: Explicar los reactivos y productos de la combustión de un alcano e identificar diferencias entre combustión completa e incompleta.

- **Docente:** Entrega a cada equipo tarjetas con CH_4 , C_3H_8 , O_2 , CO_2 , CO , H_2O y C . Dice: “Construyan dos posibles reacciones para el metano: una cuando hay suficiente oxígeno y otra cuando el oxígeno es limitado”.
- **Estudiantes:** Organizan las tarjetas en el formato “reactivos producen productos” y justifican por qué colocan cada sustancia.
- **Docente:** Guía con las preguntas: “¿Qué elemento aporta el alcano?”, “¿Qué reactivo debe estar presente para que exista combustión?”, “¿Qué producto explica el hollín negro?” y “¿Cuál producto gaseoso puede ser tóxico?”.
- **Docente:** Explica brevemente que en la combustión completa de un alcano se forman CO_2 y H_2O , mientras que en una combustión incompleta pueden formarse CO y/o C , además de agua.

- **Estudiantes:** Completan una tabla con combustible, cantidad de oxígeno, productos esperados, color de la llama y riesgo posible.

Organización: Equipos de 3 o 4. **Producto:** Modelo de tarjetas y tabla de evidencias. **Rol docente:** Observar si distinguen reactivos y productos, corregir la idea de que “el humo es un solo gas” y promover explicaciones basadas en evidencias.

Actividad 2. Laboratorio de papel para balancear ecuaciones (25 minutos)

Objetivo específico: Balancear ecuaciones de combustión completa de alcanos sencillos.

- **Docente:** Entrega la guía con estas ecuaciones sin balancear: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- **Docente:** Modela solo el primer paso con metano: “Primero cuento carbono, luego hidrógeno y al final oxígeno. No cambio los subíndices; cambio únicamente los coeficientes”.
- **Estudiantes:** Resuelven en equipo las tres ecuaciones utilizando fichas o la simulación PhET. Deben contar los átomos a ambos lados y registrar los coeficientes.
- **Docente:** Recorre los grupos y pregunta: “¿Qué elemento conviene balancear primero?”, “¿Cuántos átomos de oxígeno hay ahora en los productos?” y “¿La ecuación conserva todos los átomos?”.
- **Estudiantes:** Comparan sus resultados con otro equipo y explican cualquier diferencia.
- **Docente:** Realiza una verificación plenaria rápida: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$; $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$.

Organización: Equipos y comparación entre pares. **Producto:** Hoja de ecuaciones balanceadas con conteo de átomos. **Rol docente:** Detectar errores de subíndices, apoyar el conteo con colores y valorar el procedimiento, no solo la respuesta final.

Actividad 3. Resolución del problema: “Informe para la familia” (25 minutos)

Objetivos específicos: Comparar combustión completa e incompleta y argumentar recomendaciones de seguridad y cuidado ambiental.

- **Docente:** Entrega cuatro evidencias: una descripción de llama azul, una descripción de llama amarilla con hollín, una nota sobre ventilación insuficiente y una tarjeta que indica que el CO es tóxico y difícil de detectar.
- **Docente:** Indica: “Elaboren un informe de una página para la familia. Debe responder qué tipo de combustión probablemente ocurre, qué sustancias se forman, qué ecuación representa la combustión completa y qué acciones seguras deben tomar”.
- **Estudiantes:** Analizan las evidencias, seleccionan información relevante y escriben una explicación usando al menos tres conceptos: alcano, oxígeno, combustión completa o incompleta, CO_2 , CO, agua y hollín.
- **Estudiantes:** Incluyen dos ecuaciones: la combustión completa del propano balanceada y un esquema de combustión incompleta, por ejemplo $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, aclarando que debe balancearse si se utiliza como ecuación final.

- **Docente:** Pregunta: “¿Qué evidencia conecta la llama amarilla con la falta de oxígeno?” y “¿Por qué abrir una ventana puede ayudar, pero no reemplaza la revisión técnica?”.
- **Estudiantes:** Proponen recomendaciones: apagar el artefacto si la llama es anormal, ventilar sin exponerse, salir del lugar y avisar a un adulto o técnico autorizado. No deben sugerir revisar o reparar el gas por sí mismos.

Organización: Equipos de 3 o 4. **Producto:** Informe científico breve o cartel digital. **Rol docente:** Verificar que las recomendaciones sean seguras, solicitar evidencias y ayudar a diferenciar CO de CO₂.

Actividad 4. Galería de soluciones y retroalimentación (16 minutos)

- **Docente:** Coloca los informes alrededor del aula y entrega a cada equipo dos notas adhesivas: una para reconocer un acierto y otra para formular una pregunta.
- **Estudiantes:** Observan tres informes de otros equipos, revisan si contienen explicación, ecuación balanceada y recomendaciones, y dejan comentarios respetuosos.
- **Docente:** Solicita que cada equipo revise los comentarios recibidos y realice una mejora concreta en su informe.
- **Estudiantes:** Presentan oralmente en un minuto la afirmación principal, una evidencia y una recomendación.
- **Docente:** Cierra la actividad señalando patrones correctos y corrigiendo públicamente solo errores conceptuales frecuentes, sin mencionar equipos: “Una llama amarilla no demuestra por sí sola toda la composición de los gases, pero junto con hollín y mala ventilación es una señal de alerta”.

Organización: Galería, equipos y plenaria. **Producto:** Informe revisado y explicación oral. **Transición:** El docente indica: “Ya resolvieron el caso con evidencias; ahora cada persona demostrará qué aprendió y qué todavía necesita fortalecer”.

Diferenciación y apoyos

- **Para quienes necesitan apoyo:** Entregar una plantilla con dibujos de átomos, una tabla de conteo y un banco de palabras. Permitir que expliquen oralmente antes de escribir y asignar parejas de apoyo para verificar el número de átomos.
- **Para estudiantes que terminan antes:** Pedirles balancear la combustión incompleta del propano hacia CO: $2C_3H_8 + 7O_2 \rightarrow 6CO + 8H_2O$, y comparar la cantidad de oxígeno con la combustión completa.
- **Para diferentes estilos de aprendizaje:** Combinar video e imágenes, tarjetas manipulables, explicación oral, escritura argumentativa y representación gráfica del flujo de átomos.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 22 minutos.

Propósito: Consolidar los conceptos centrales, comprobar el logro individual de los objetivos y conectar la explicación química con decisiones seguras fuera del aula.

Síntesis individual y colectiva (8 minutos)

- **Docente:** Dibuja en el tablero cuatro recuadros: “combustión completa”, “combustión incompleta”, “evidencias” y “acciones seguras”.
- **Estudiantes:** Escriben en su cuaderno una idea clave para cada recuadro y agregan una ecuación balanceada de combustión completa.
- **Docente:** Solicita voluntarios para completar el organizador y pregunta: “¿Qué cambia principalmente entre una combustión completa y una incompleta: el alcano o la cantidad de oxígeno disponible?”.
- **Estudiantes:** Responden y justifican: cambia la disponibilidad de oxígeno y, por ello, pueden variar los productos formados.

Reflexión metacognitiva y ticket de salida (8 minutos)

Docente: Entrega un ticket de salida con estas preguntas exactas:

- “Escribe y balancea la combustión completa del propano”.
- “¿Qué evidencia del caso indica que podría existir combustión incompleta? Explica por qué”.
- “¿Qué recomendación de seguridad darías a la familia y qué concepto químico la justifica?”.
- “¿Qué paso del balanceo todavía necesitas practicar?”.

Estudiantes: Responden individualmente y entregan el ticket antes de salir. El docente utiliza las respuestas para identificar quién domina el balanceo, quién diferencia CO y CO_2 y quién necesita refuerzo.

Retroalimentación y transferencia (6 minutos)

- **Docente:** Reconoce dos logros observados: “Usaron evidencias para explicar el color de la llama” y “verificaron la conservación de los átomos”. Aclara una confusión frecuente: “El CO_2 y el CO no son equivalentes; el CO es especialmente peligroso por su toxicidad”.
- **Estudiantes:** Comparten una aplicación cotidiana: revisar la ventilación, reconocer una llama anormal o evitar usar un calentador en un espacio cerrado.
- **Docente:** Propone el reto opcional: “En casa, sin manipular combustibles, observen una fuente de información confiable sobre un combustible usado en su comunidad. Identifiquen el alcano principal, escriban su fórmula y expliquen qué productos se esperan en una combustión completa”.

Evaluación

Tipo de evaluación y momentos

- **Diagnóstica:** Durante la activación de conocimientos previos, en los minutos 0 a 6, mediante las respuestas sobre el triángulo de la combustión y las ideas iniciales acerca de los productos.
- **Formativa:** Durante las actividades 1, 2, 3 y 4 del desarrollo, mediante observación, preguntas guía, revisión de tablas, ecuaciones, informe y comentarios de la galería.

- **Sumativa:** En el cierre, mediante el informe grupal revisado y el ticket de salida individual, especialmente en los minutos 8 finales de la sesión.

Criterios de evaluación

- **Relaciona** correctamente un alcano y el oxígeno como reactivos, e identifica CO_2 y H_2O como productos de la combustión completa. Vinculado con el objetivo 1.
- **Balancea** ecuaciones de combustión completa aplicando la conservación de carbono, hidrógeno y oxígeno. Vinculado con el objetivo 2.
- **Compara** combustión completa e incompleta usando evidencias como color de la llama, presencia de hollín, disponibilidad de oxígeno y formación de CO. Vinculado con el objetivo 3.
- **Argumenta** recomendaciones de seguridad y cuidado ambiental coherentes con el riesgo de una combustión incompleta. Vinculado con el objetivo 4.

Instrumentos sugeridos

- Lista de cotejo docente para participación, identificación de reactivos y productos y uso de evidencias.
- Rúbrica de cuatro niveles para el informe: exactitud química, balanceo, argumentación y recomendaciones de seguridad.
- Coevaluación mediante las notas de la galería.
- Ticket de salida individual para comprobar comprensión y necesidades de refuerzo.
- Autoevaluación breve con la pregunta: “¿Qué puedo explicar, qué puedo calcular y qué necesito seguir practicando?”.

Evidencias de aprendizaje

- Tabla grupal que diferencia combustión completa e incompleta y relaciona evidencias con productos.
- Hoja individual o grupal con las ecuaciones balanceadas de metano, propano y butano.
- Informe científico para la familia con explicación, ecuaciones, evidencias y recomendaciones.
- Presentación oral breve durante la galería.
- Ticket de salida con la ecuación del propano, explicación del caso y recomendación justificada.