

## Capítulo 3, Lección 6: La temperatura afecta la densidad

### **Conceptos clave**

- Calentar una sustancia hace que las moléculas se aceleren y se separen un poco más, ocupando un volumen mayor, lo que provoca una disminución de la densidad.
- Enfriar una sustancia hace que las moléculas se desaceleren y se acerquen levemente unas a otras, para ocupar un volumen más pequeño, lo que produce un aumento de la densidad.
- El agua caliente es menos densa y flotará sobre el agua a temperatura ambiente.
- El agua fría es más densa y se hunde en el agua a temperatura ambiente.

### **Resumen**

Los alumnos colocan agua caliente y fría con colorante en agua a temperatura ambiente. Observan que el agua caliente flota sobre el agua a temperatura ambiente y que el agua fría se hunde. Los alumnos combinarán los conceptos de temperatura, movimiento molecular y densidad para aprender que el agua caliente es menos densa que el agua a temperatura ambiente y que el agua fría es más densa.

### **Objetivo**

Los alumnos podrán explicar, a nivel molecular, cómo el calentamiento y el enfriamiento afectan la densidad del agua.

### **Evaluación**

La hoja de actividades servirá como el componente de evaluación de cada plan de lección 5-E. Las hojas de actividades son evaluaciones formativas del progreso y la comprensión de los alumnos. Al final de cada capítulo se incluye una evaluación sumativa más formal.

### **Seguridad**

Asegúrate de que tú y tus alumnos usen gafas protectoras adecuadas. Ten cuidado al manipular el agua caliente.

### **Acerca de esta lección**

En esta lección, puedes ayudar a los alumnos a vincular algunos de los conceptos sobre densidad con las ideas del Capítulo 1. En el Capítulo 1, los alumnos vieron que el calor aumenta el movimiento molecular. El aumento de la velocidad de las moléculas compite con la atracción entre moléculas, haciendo que estas se aparten un poco más. También vieron que, a medida que una sustancia se enfría, las moléculas se desaceleran y sus atracciones las acercan entre sí. Estas ideas también pueden aplicarse al concepto de densidad.

### **Materiales para cada grupo**

- Agua fría (con colorante azul) en un vaso térmico
- Agua caliente (con colorante amarillo) en un vaso térmico
- Agua a temperatura ambiente (incolora) en un vaso de plástico transparente
- 2 goteros

### **Materiales para la demostración**

- Agua caliente (con colorante amarillo)
- Agua fría (con colorante azul)
- 2 frascos idénticos transparentes de comida para bebés
- Tarjeta resistente al agua (de un mazo de cartas o ficha laminada)
- Toallas de papel

## **INVOLÚCRATE**

### **1. Haz una demostración para mostrar que el agua caliente flota en el agua fría.**

Diles a los alumnos que, según el Capítulo 3, las diferentes sustancias tienen diferentes densidades. En esta actividad, verán que la *misma* sustancia puede tener *diferentes* densidades a diferentes temperaturas.

Diles a los alumnos que intentarás colocar un frasco lleno de agua caliente con colorante boca abajo sobre otro frasco con agua fría con colorante.

Pide a los alumnos que hagan una predicción:

- **¿Creen que el agua caliente y el agua fría se mezclarán o que permanecerán separadas?**

Sigue el procedimiento a continuación o proyecta el video para los alumnos. Si decides hacer la demostración, mira el video primero para ver cómo preparar los frascos.

**Proyecta el video *Agua caliente en agua fría*.**

[www.acs.org/middleschoolchemistry-es/simulations/chapter3/lesson6.html](http://www.acs.org/middleschoolchemistry-es/simulations/chapter3/lesson6.html)

### **Materiales**

- Agua caliente (aproximadamente a 50 °C, con colorante amarillo)
- Agua fría (aproximadamente a 5 °C, con colorante azul)
- 2 frascos idénticos transparentes de comida para bebés
- Tarjeta resistente al agua (de un mazo de cartas o ficha laminada)
- Toallas de papel

## Procedimiento

### *Agua caliente en la parte superior*

1. Llena completamente un frasco de comida para bebés con agua caliente del grifo y agrega 2 gotas de colorante alimenticio amarillo.
2. Llena completamente otro frasco de comida para bebés con agua muy fría del grifo y agrega 2 gotas de colorante alimenticio azul. Revuelve el agua de ambos frascos de modo que el colorante se mezcle bien en los dos. Coloca el frasco con agua fría sobre una toalla de papel.
3. Coloca una tarjeta resistente al agua sobre la parte superior del frasco con agua caliente.
4. Mientras sostienes la tarjeta para que tape la abertura del frasco, da vuelta el frasco con cuidado.
5. Con la tarjeta aún en su lugar, coloca el frasco con agua caliente directamente sobre el frasco con agua fría de modo que las tapas queden exactamente alineadas.
6. Retira la tarjeta lentamente y, con cuidado, de modo que el frasco con el agua caliente se asiente directamente sobre el frasco con el agua fría.



## Resultados esperados

Si bien retirar la tarjeta puede provocar que se mezclen o derramen un poco, el agua caliente amarilla permanecerá en el frasco superior y el agua fría azul permanecerá en el frasco inferior.

Pregunta a los alumnos:

- **¿Por qué creen que el agua caliente permaneció por encima del agua fría?**  
Los alumnos deben darse cuenta de que existe una diferencia de densidad entre el agua caliente y el agua fría. El agua caliente es menos densa, por lo que flota en el agua fría, que es más densa.

Pide a los alumnos que hagan una predicción:

- **¿Qué podría suceder si colocaran el agua azul fría sobre el agua amarilla caliente y luego retiraran la tarjeta?**

### *Agua fría en la parte superior*

7. Usa el mismo procedimiento que antes, pero coloca el frasco de agua fría invertido sobre el frasco de agua caliente.

## Resultados esperados

El agua azul fría caerá inmediatamente en el agua amarilla caliente, y se mezclarán. El agua se volverá rápidamente verde en todo el volumen.

Pregunta a los alumnos:

- **¿Por qué crees que el agua caliente y el agua fría se mezclaron al poner el agua fría en la parte superior?**

Cuando el agua fría se coloca en la parte superior, los colores se mezclan porque el agua fría es más densa y se hunde en el agua caliente.

## Entrega a cada alumno una hoja de actividades.

Los alumnos registrarán sus observaciones y responderán preguntas sobre la actividad en la hoja de actividades. Las secciones *Explícalo con átomos y moléculas* y *Aprende más* de la hoja de actividades se completarán en conjunto con la clase, en grupos o individualmente, según tus instrucciones. Mira la versión para el maestro de la hoja de actividades para encontrar las preguntas y respuestas.

## EXPLORA

2. **Pide a los alumnos que prueben agregando agua fría y agua caliente al agua a temperatura ambiente.**

### Pregunta para investigar

¿Hay una diferencia de densidad entre el agua caliente y el agua fría?

### Materiales para cada grupo

- Agua fría (con colorante azul) en un vaso térmico
- Agua caliente (con colorante amarillo) en un vaso térmico
- Agua a temperatura ambiente (incolores) en un vaso de plástico transparente
- 2 goteros

### Preparación del maestro

- Agrega hielo al agua para tener agua muy fría. Para cada grupo, llena un vaso térmico hasta la mitad con agua fría (sin cubos de hielo) y otro con agua caliente.
- Agrega 2 gotas de colorante alimenticio amarillo al agua caliente y 2 gotas de colorante alimenticio azul al agua fría.
- Llena un vaso de plástico transparente hasta aproximadamente  $\frac{2}{3}$  de su volumen con agua a temperatura ambiente.
- Distribuye el juego de las 3 tazas a cada grupo.

## Procedimiento

1. Llena un gotero con agua azul fría. Introduce el extremo del gotero aproximadamente hasta la mitad en el agua incolora a temperatura ambiente.
2. Observando desde un lado, aprieta el gotero muy suavemente para que el agua fría caiga lentamente en el agua a temperatura ambiente.
3. Llena otro gotero con agua amarilla caliente. Introduce el extremo del gotero aproximadamente hasta la mitad en el agua a temperatura ambiente.
4. Observando desde un lado, aprieta el gotero muy suavemente para que el agua caliente caiga lentamente en el agua a temperatura ambiente.
5. Registra tus observaciones en la hoja de actividades.



## Resultados esperados

El agua azul fría fluirá hacia abajo y se acumulará en el fondo del agua a temperatura ambiente. El agua amarilla caliente subirá y se acumulará en la superficie.

### 3. Analiza las observaciones de los alumnos.

Pregunta a los alumnos:

*Acerca del agua fría*

- **¿Qué notaron al colocar el agua azul fría en agua a temperatura ambiente?**  
El agua fría se hundió en el agua a temperatura ambiente.
- **¿El agua fría tiene una densidad mayor, menor o igual que el agua a temperatura ambiente?**  
El agua fría es más densa que el agua a temperatura ambiente.

*Acerca del agua caliente*

- **¿Qué notaron al colocar el agua amarilla caliente en agua a temperatura ambiente?**  
El agua caliente flotó a la superficie del agua a temperatura ambiente.
- **¿El agua caliente tiene mayor, menor o igual densidad que el agua a temperatura ambiente?**  
El agua caliente es menos densa que el agua a temperatura ambiente.

## EXPLICA

4. Explica la diferencia en relación a la densidad entre el agua caliente y el agua fría a nivel molecular.

Proyecta la animación *Agua fría y caliente*.

[www.acs.org/middleschoolchemistry-es/simulations/chapter3/lesson6.html](http://www.acs.org/middleschoolchemistry-es/simulations/chapter3/lesson6.html)

### Agua fría

Señala que las moléculas en el agua fría se mueven más lentamente y están un poco más cerca entre sí que el agua caliente o a temperatura ambiente.

También señala que, cuando el agua se enfría, el nivel del agua disminuye levemente en el cilindro graduado.

Pregunta a los alumnos:

- **En la animación, pudieron ver que a medida que se enfría el agua, el nivel del agua disminuye. El agua fría tiene un volumen menor, pero la masa permanece igual. ¿Qué les dice esto sobre la densidad del agua fría?**

Los alumnos deben comprender que, cuando las moléculas se unen a medida que el agua se enfría, el volumen disminuye. Pero la masa del agua no cambia. Los alumnos deben darse cuenta de que disminuir el volumen sin aumentar la masa aumentará la densidad.

- **¿Cómo ayuda esto a explicar por qué se hunde el agua fría en agua a temperatura ambiente?**

El agua fría más densa se hunde en el agua a temperatura ambiente.

### Agua caliente

Señala que las moléculas del agua caliente se mueven más rápido y están un poco más separadas que las moléculas en el agua a temperatura ambiente.

Asegúrate de que los alumnos observen que, cuando el agua se calienta, el nivel del agua sube ligeramente en el cilindro graduado.

Pregunta a los alumnos:

- **En la animación, pudieron ver que a medida que se calienta el agua, el nivel del agua aumenta. El agua caliente ocupa más volumen, pero la masa se mantiene igual. ¿Qué les dice esto sobre la densidad del agua caliente?**

Basándose en la animación, los alumnos deben comprender que la separación de las moléculas aumenta el volumen, pero no afecta la masa del agua. Los alumnos deben darse cuenta de que aumentar el volumen sin aumentar la masa va a disminuir la densidad.

- **¿Cómo ayuda esto a explicar por qué flota el agua caliente en agua a temperatura ambiente?**

El agua caliente, que es menos densa, flota en el agua más densa a temperatura ambiente.

## AMPLÍA

5. **Haz una demostración para señalarles a los alumnos cómo el agua fría, más densa, causa que se mezcle el agua.**

Diles a los alumnos que, en invierno, se puede formar hielo en la parte superior de estanques y lagos. En la primavera, cuando el hielo se derrite, el agua fría se hunde. Esto hace que se mezcle el agua en el fondo, lo que transporta nutrientes a la superficie. Diles a los alumnos que van a ver este proceso en la práctica.

### Materiales

- Agua a temperatura ambiente
- Cubos de hielo
- 2 vasos altos de plástico transparentes, idénticos
- Vaso pequeño
- Colorante alimenticio, cualquier color que no sea amarillo
- Gotero
- Hoja de papel blanco



### Procedimiento

1. Llena dos vasos de plástico transparente hasta aproximadamente  $\frac{2}{3}$  de su volumen con agua a temperatura ambiente.
2. Coloca aproximadamente 15 gotas de colorante alimenticio en un vaso vacío pequeño.
3. Usa un gotero para recoger el colorante alimenticio. Luego, sumerge cuidadosamente el gotero en el agua hasta que la punta del gotero esté cerca del fondo del vaso.
4. Aprieta el gotero muy suavemente para que todo el colorante alimenticio fluya lentamente hacia el fondo de la taza. Luego, retira cuidadosamente el gotero para evitar que el colorante alimenticio se mezcle en el agua. (No pasa nada si un poco de colorante se mezcla en el agua).
5. Repite los pasos 2 a 4 para el otro vaso de agua.
6. Coloca suavemente dos cubos de hielo en el agua en uno de los vasos. (Evita agitar el agua).
7. Coloca un trozo de papel blanco detrás de cada vaso y observa.

### Resultados esperados

El colorante en el vaso con hielo se moverá hacia arriba desde el fondo y comenzará a mezclarse por toda el agua. El colorante en este vaso se mezclará más rápido que el colorante del vaso sin hielo.

Pregunta a los alumnos:

- **El colorante alimenticio se mezcló más rápidamente en el vaso que tenía el hielo. Usa lo que sabes sobre la densidad del agua a diferentes temperaturas para explicar por qué sucedió esto.**

El hielo está a unos 0 °C y el agua en el vaso está a unos 20 °C. A medida que el hielo se derrite, el agua del hielo derretido está más fría que el agua que la rodea. Esta agua más fría también es más densa, por lo que se hunde al fondo. Esta agua que se hunde empuja el colorante alimenticio, sacándolo del camino, lo que hace que se mezcle.