

Frío, frío



Índice

INTRODUCCIÓN

ANTES DE LA VISITA

Hielo seco
El dióxido de carbono apaga el fuego
Humos y colores
Nitrógeno líquido
Huevos "fritos" en nitrógeno líquido
La acción del nitrógeno líquido sobre los cuerpos
Fabricación de helados

LA SESIÓN EN PREGUNTAS

Cuadernillo de preguntas para el alumno

DESPUÉS DE LA VISITA

APRENDE DIVIRTIÉNDOTE

Conjunto de preguntas que resume los contenidos de la demostración

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O EN CASA

Actividad 1: Apaga un fuego con dióxido de carbono
Actividad 2: El globo de CO_2
Actividad 3: Erupción de color
Actividad 4: Bajas temperaturas
Actividad 5: Hacer un helado

DIBUJA LO QUE MÁS TE HA GUSTADO



Introducción

Teóricamente, la temperatura mínima que se puede alcanzar es de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se han alcanzado temperaturas próximas con helio líquido. Aunque lejos de estas temperaturas, en "La Ciencia a Escena" manejaremos dos gases que están muy fríos. Uno en estado sólido, el dióxido de carbono ($-76\text{ }^{\circ}\text{C}$), y otro en estado líquido, el nitrógeno ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

El dióxido de carbono pasa de sólido a gas (se sublima) produciendo un humo espectacular, apaga las llamas de velas encendidas y produce humos y colores cuando se transforma en ácido carbónico.

El nitrógeno líquido también produce humos al pasar a gas y efectos curiosos sobre los cuerpos que se ponen en contacto con él: los pétalos de las flores se rompen como el cristal, una pelota de goma se hace añicos cuando golpea el suelo y una naranja se endurece de tal manera que sirve para clavar clavos. También con nitrógeno líquido se pueden "freír" huevos y elaborar helados con gran rapidez.



Antes de la visita



1. Hielo seco

Se muestra el dióxido de carbono en estado sólido (hielo seco) y luego se produce una espesa niebla al añadirle agua caliente.

El hielo se llama "seco" porque, a diferencia del hielo de agua ordinaria, que pasa a líquido, el primero se sublima (pasa a gas sin pasar por el estado líquido). Cuando se coloca hielo seco en agua caliente, se forma una niebla compuesta por vapor de agua condensado mezclado con dióxido de carbono invisible.



2. El Dióxido de Carbono apaga el fuego

Se introducen unos trozos de dióxido de carbono en un matraz. A temperatura ambiente, éste se sublima transformándose en un gas que, debido a que es más denso que el aire, permanece en el recipiente. Si vertemos el gas sobre unas velas encendidas, éstas se apagan porque el dióxido de carbono desplaza al oxígeno y, en esta situación, no puede producirse la combustión; de ahí su uso en algunos extintores.



3. Humos y colores

Un indicador es una sustancia que varía de color cuando cambia la acidez o basicidad de una disolución (su pH). Al añadir dióxido de carbono en forma de hielo seco al agua, que contiene un indicador, se forma ácido carbónico. Por eso, y a medida que se forma niebla, va cambiando el color del agua.

Se introduce algo de hielo seco en un tubo de cobre que contiene agua caliente. Cerramos con un tapón el extremo abierto. Cuando colocamos el hielo seco en el tubo, éste empieza a calentarse y a sublimarse (pasa directamente de sólido a gas). En el tubo tapado, la presión que ejerce el dióxido de carbono en estado gaseoso proporciona la fuerza suficiente para que salte el tapón.



4. Nitrógeno líquido

Cuando el nitrógeno líquido se coloca en un plato, el vapor de agua que contiene el aire está expuesto a temperaturas extremadamente bajas. Se forma una niebla (moléculas de agua condensada) que, como está a temperatura más baja que el aire, cae.

A continuación colocamos un globo hinchado en el nitrógeno. El globo queda flácido.

5. Huevos "fritos" en nitrógeno líquido

Cuando se fríen huevos en aceite muy caliente, las proteínas que los constituyen se transforman cambiando el aspecto externo del huevo. Sorprendentemente, este cambio de apariencia ocurre también cuando se echa un huevo crudo en un recipiente que contiene nitrógeno líquido. En este caso, el proceso es reversible, ya que las proteínas no se desnaturalizan.

6. La acción del nitrógeno líquido sobre los cuerpos

Se introducen varios objetos en nitrógeno líquido (flores, naranjas y pelotas de frontón) con el fin de mostrar el efecto que éste produce sobre ellos: la pelota se hace añicos, la naranja se endurece y puede convertirse en un martillo y los pétalos de la flor parecen de cristal. Esto se debe a que cuando los objetos se exponen a temperaturas muy bajas, sus partículas se mueven más lentamente, permitiendo que los enlaces entre sus moléculas sean más fuertes.

7. Fabricación de helados

Sobre la mezcla que se utiliza para hacer helado, se vierte nitrógeno líquido. Ésta se enfría muy rápidamente, de manera que el líquido que contiene se hace sólido, formando cristales muy pequeños (un enfriamiento lento en el congelador de un frigorífico produciría cristales mayores). Al mismo tiempo, el gas nitrógeno que se produce airea, "nitrogena", la mezcla. Por estas dos causas, se obtiene una textura muy cremosa.



LA SESIÓN EN PREGUNTAS



1. Hielo seco

A) ¿Por qué llamamos hielo seco al dióxido de carbono?

- Porque a diferencia del hielo (de agua), que pasa a líquido, el dióxido de carbono pasa de sólido a gas. Es decir, se sublima a presión atmosférica.
- Porque absorbe la humedad del entorno cuando está presente.
- Porque los egipcios lo utilizaban para secarse las manos.

B) Busca ejemplos de los siguientes cambios de estado:

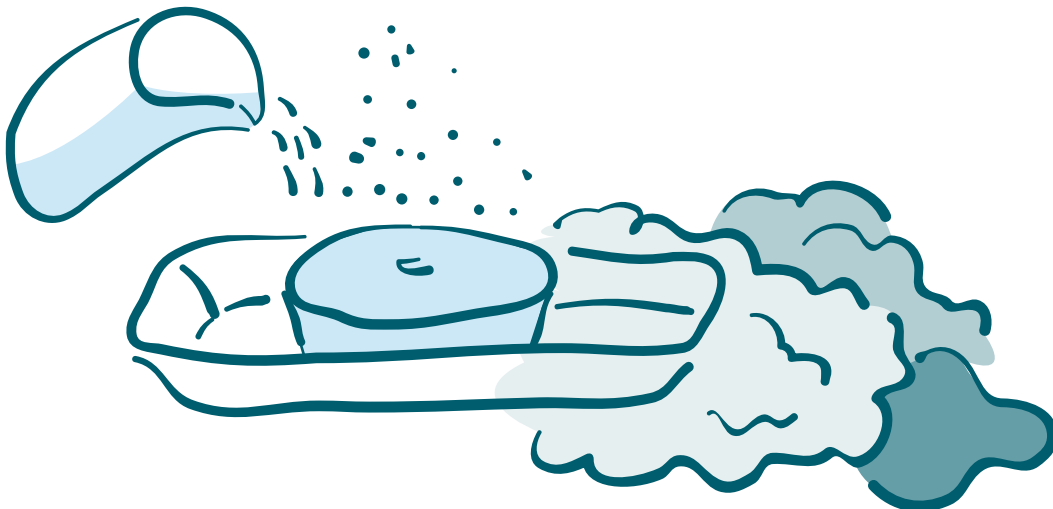
De líquido a sólido: _____

De sólido a líquido: _____

De líquido a gas: _____

C) Marca la afirmación verdadera.

- Al introducir el hielo seco en el recipiente, observamos cómo el agua empieza a hervir.
- El hielo seco eleva la temperatura del agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y ésta empieza a hervir.
- Se evapora el magnesio.
- El agua no hierve, es el dióxido de carbono el que se sublima.





2. El dióxido de carbono apaga el fuego

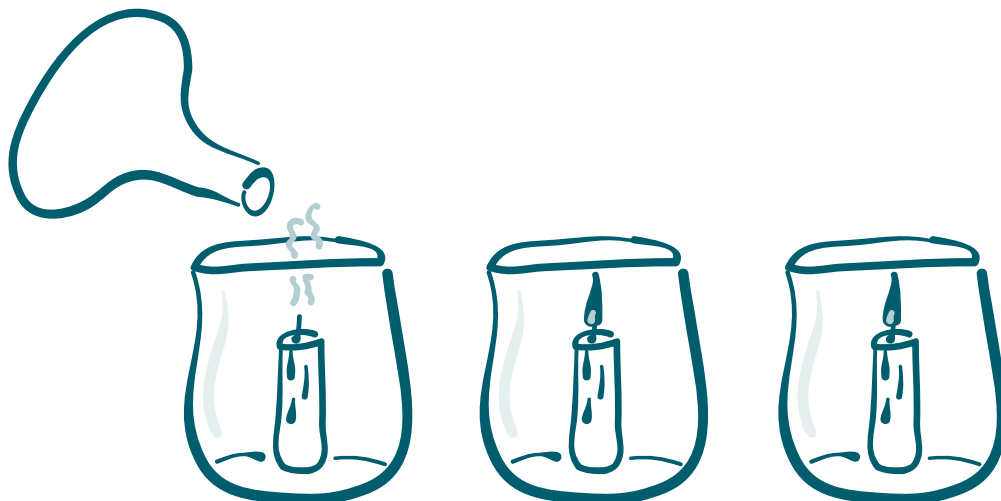
A) ¿Por qué se apagan las velas?

- Porque el dióxido de carbono ocupa el espacio próximo a la llama, desalojando el oxígeno cercano a ésta.
- Debido a la corriente de aire generada por el monitor al mover el recipiente.
- Es un truco de magia.

B) ¿Cómo se llama el proceso por el cual se pasa directamente de dióxido de carbono sólido a gas?

- Fusión
- Evaporación
- Sublimación

C) ¿Qué precauciones crees que se deben tomar a la hora de manejar material tan frío?



LA SESIÓN EN PREGUNTAS



3. Humos y colores

A) ¿Qué es un indicador?

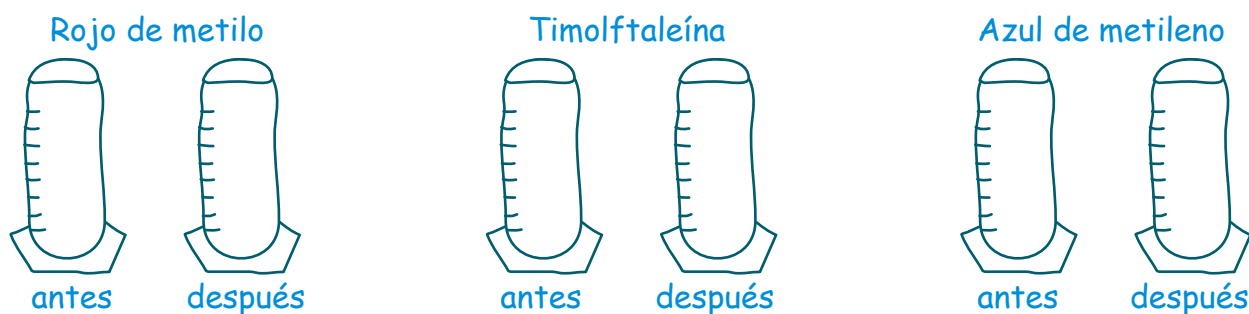
- Un aparato que mide la densidad de las disoluciones.
- Un colorante para soluciones químicas.
- Una sustancia que cambia de color cuando varía la acidez de la disolución en la que se encuentra.

B) Una disolución es ácida cuando su pH es menor que 7.
Estos indicadores varían de la siguiente forma:

- Rojo de metilo para: pH \approx 4.2 rojo
 pH \approx 6.2 amarillo
- Azul de metileno para: pH \approx 6.0 amarillo
 pH \approx 7.6 azul
- Timolftaleína para: pH \approx 9.3 incoloro
 pH \approx 10.5 azul



Pinta los dibujos del color adecuado, antes y después de introducir los trozos de hielo seco en los recipientes.



C) Marca las afirmaciones que consideres verdaderas.

- El color de la disolución cambia porque se forma ácido carbónico, y éste es azul.
- El dióxido de carbono es rojo y, al desaparecer, cambia el color de la disolución final.
- Al aumentar el carácter ácido de la disolución, varía el pH y, como consecuencia, cambia el color.
- El dióxido de carbono está muy frío y, al bajar la temperatura de la disolución, ésta cambia de color.
- En la disolución, una molécula de dióxido de carbono se combina con una de agua para formar una de ácido.
- La temperatura no influye en el cambio de color de la disolución.





4. Nitrógeno líquido

A) ¿Cuál de estos procesos tiene el mismo fundamento que el del tubo de cobre?

- Al pulsar el interruptor, la bombilla se enciende.
- Al agitar una botella de cava, el corcho sale disparado.
- Al unir los brazos al cuerpo, un patinador gira más rápidamente.

B) ¿Por qué el globo reduce su tamaño?

- Porque el nitrógeno líquido es muy corrosivo y destruye parte del globo.
- Porque el aire dentro del globo se enfría al ponerse en contacto con el nitrógeno. Como consecuencia, algunas partículas del gas se condensan, ocupando menor volumen.
- Porque tiene un pequeño orificio por donde se escapa el aire de su interior.

C) ¿Por qué cuando vertemos el nitrógeno líquido sobre la bandeja con agua caliente, el humo cae en vez de subir? Cita ejemplos en los que se dé el caso contrario.



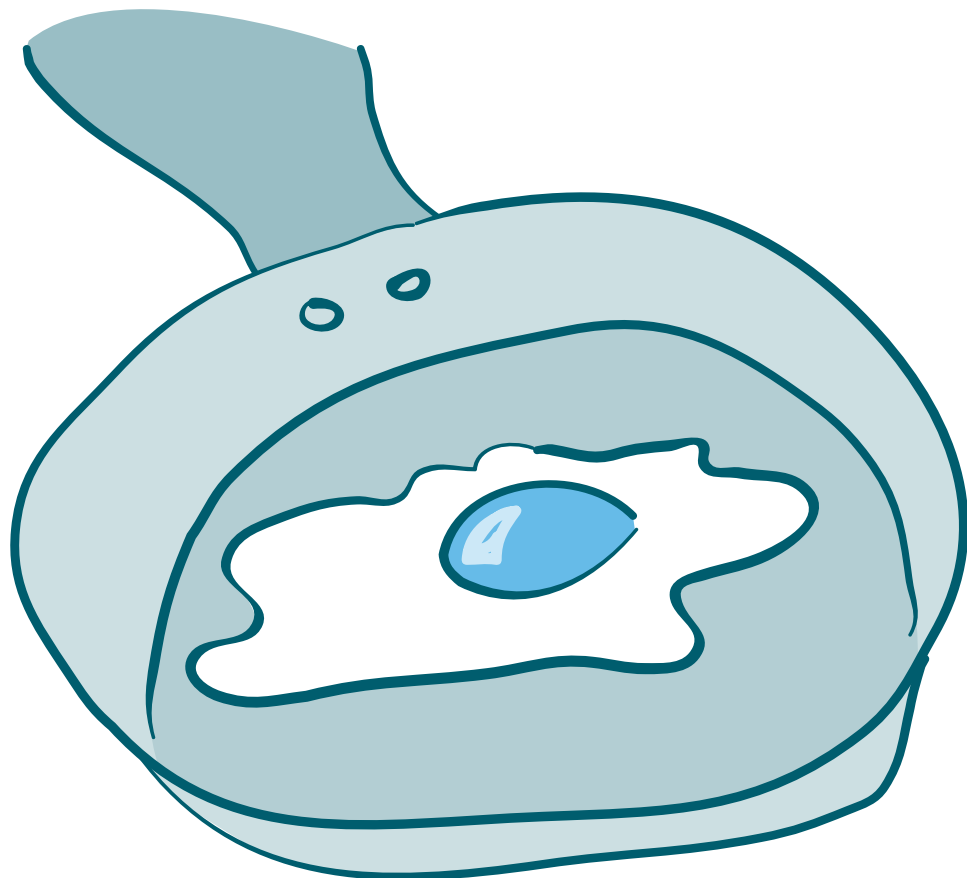
LA SESIÓN EN PREGUNTAS



5. Huevos "fritos" en nitrógeno líquido

A) ¿Qué estará más duro, un huevo frito en aceite o uno "frito" en nitrógeno líquido?

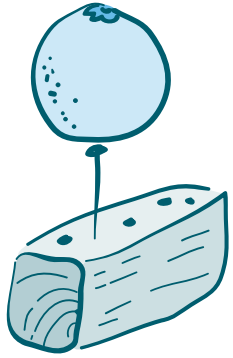
B) Enumera tres diferencias entre ambos casos.





6. La acción del nitrógeno líquido sobre los cuerpos

A) Marca la afirmación que consideres verdadera.



- Al bajar la temperatura, las moléculas se mueven más despacio y los enlaces moleculares son más fuertes.
- Al bajar la temperatura, las moléculas se mueven más rápido y los enlaces moleculares son más fuertes.
- Al bajar la temperatura, las moléculas se mueven más despacio y los enlaces moleculares son más débiles.
- Al bajar la temperatura, las moléculas se mueven más rápido y los enlaces moleculares son más débiles.

B) ¿Qué ocurriría si introdujéramos los siguientes objetos en nitrógeno?

Una goma de borrar _____

Un lápiz _____

Una berenjena _____

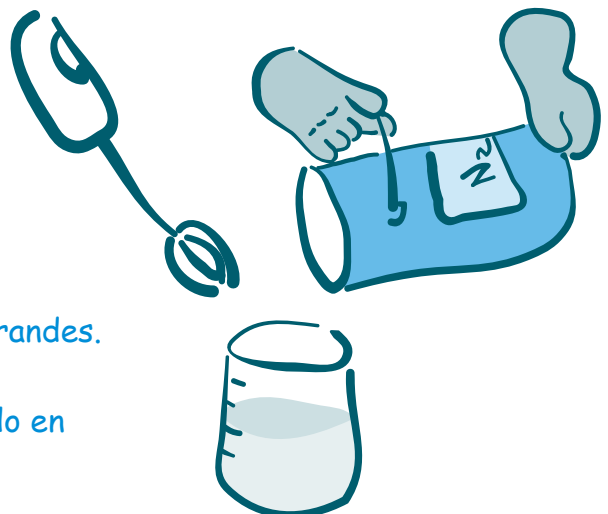
Un manojo de perejil _____



7. Fabricación de helados

A) ¿Por qué queda el helado tan cremoso?

- La receta lleva mucha crema.
- Al disminuir tan rápido la temperatura, no da tiempo a que se formen cristales grandes.
- El nitrógeno, al combinarse con el dulce, crea una luz azul, transformando el helado en una crema.



Después de la visita

APRENDE DIVIRTIÉNDOTE

Después de la visita, los alumnos pueden recordar lo que han visto y confrontarlo con lo que realizan en clase.



1. Relaciona las definiciones con los términos a los que se refieren.

Sublimación

Magnitud física que se percibe por la sensación de caliente o frío. Altera gran número de propiedades de los cuerpos y en ello se basan los distintos métodos para su medida.

Temperatura

Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía, y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama. Para su iniciación se requiere una cierta temperatura.

Indicador ácido-base

Fenómeno por el que un sólido pasa directamente al estado de vapor.

Combustión

Variable que se emplea para caracterizar el grado de acidez de una disolución. Los límites de la escala son 0 y 14. Los valores inferiores a 7 corresponden a disoluciones ácidas y los superiores a disoluciones básicas.

pH

Sustancia (base o ácido orgánico débil) que añadida en concentración muy pequeña a la disolución que se quiere valorar, muestra un cambio visible de color en un intervalo bien definido de pH.

Después de la visita

APRENDE DIVIRTIÉNDOSE



2. Busca en la sopa de letras cinco de los conceptos vistos en las actividades anteriores.

F I R S M A L I Q U I D O T
Q T E J O D F A H H P E R E
L A S T E M P E R A T U R A
S C V G V N C Ñ Q C R F T R
O D Q B D T P F E A I V D V
L D A F E K K R D B S F N E
I E B S U B L I M A C I O N
D R Q Z B P S O T D Ñ C M Ñ
O L D R A T I D R G Z I T V
W I B G N G F T Z N I F L G
S U W I S R J Y U E J A D M

Solución: líquido, temperatura, sólido, sublimación, frío

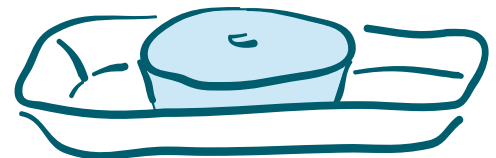


3. Para saber más... sobre estos gases.

El **dióxido de carbono** (CO_2) es un óxido. Se encuentra en la Naturaleza en forma de gas incoloro, soluble en agua, cuyas disoluciones tienen carácter ácido. Se halla en la atmósfera en una proporción aproximada del 0.03%, en volumen.

Es utilizado por las plantas verdes para la síntesis de los hidratos de carbono.

Se emplea en la fabricación de bebidas refrescantes, en la extinción de incendios y en la obtención de nieve carbónica, utilizada, a su vez, como agente de refrigeración.



El **nitrógeno** en estado gaseoso es muy abundante en la Naturaleza. Forma parte de todos los seres vivos y constituye el 79% en volumen del aire atmosférico, donde se encuentra en forma de N_2 .

Es un gas inerte, incoloro, inodoro e insípido que se licua a temperatura muy baja (-196°C).

Se utiliza en la fabricación de amoníaco, ácido nítrico, fertilizantes y explosivos.

En estado líquido, se emplea como refrigerante, para congelar embriones en centros de reproducción artificial. En estado gaseoso, permite la conservación de alimentos.



Después de la visita

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O EN CASA

NOTA: Las actividades deben estar siempre supervisadas por un adulto.



Apaga un fuego con dióxido de carbono

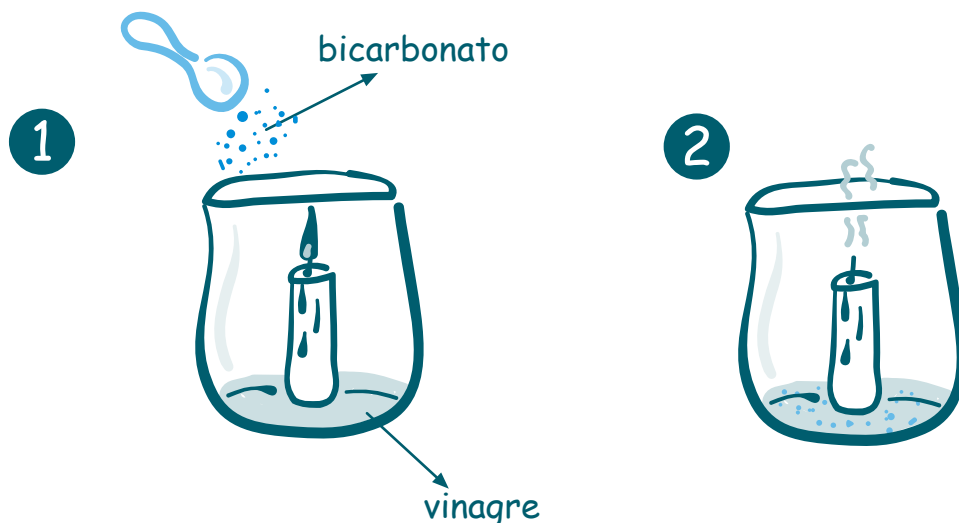
Materiales:

- Bicarbonato sódico
- Vinagre
- 1 botella de un litro
- 1 vela de 4 cm
- Tijeras
- 1 cuchara
- Cerillas
- Plastilina

¿Cómo tienes que hacerlo?

- Corta con las tijeras la botella a unos 8 cm de la base.
- Con un poco de plastilina coloca la vela dentro de la botella.
- Añade 6 cucharadas de vinagre a la botella.
- Enciende la vela.
- Vierte 2 cucharadas de bicarbonato sódico en la botella con cuidado para no apagar la vela.
- Observa lo que ocurre.

Repite el experimento varias veces para comprobar que no es casualidad.



Después de la visita

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O CASA



El globo de CO_2

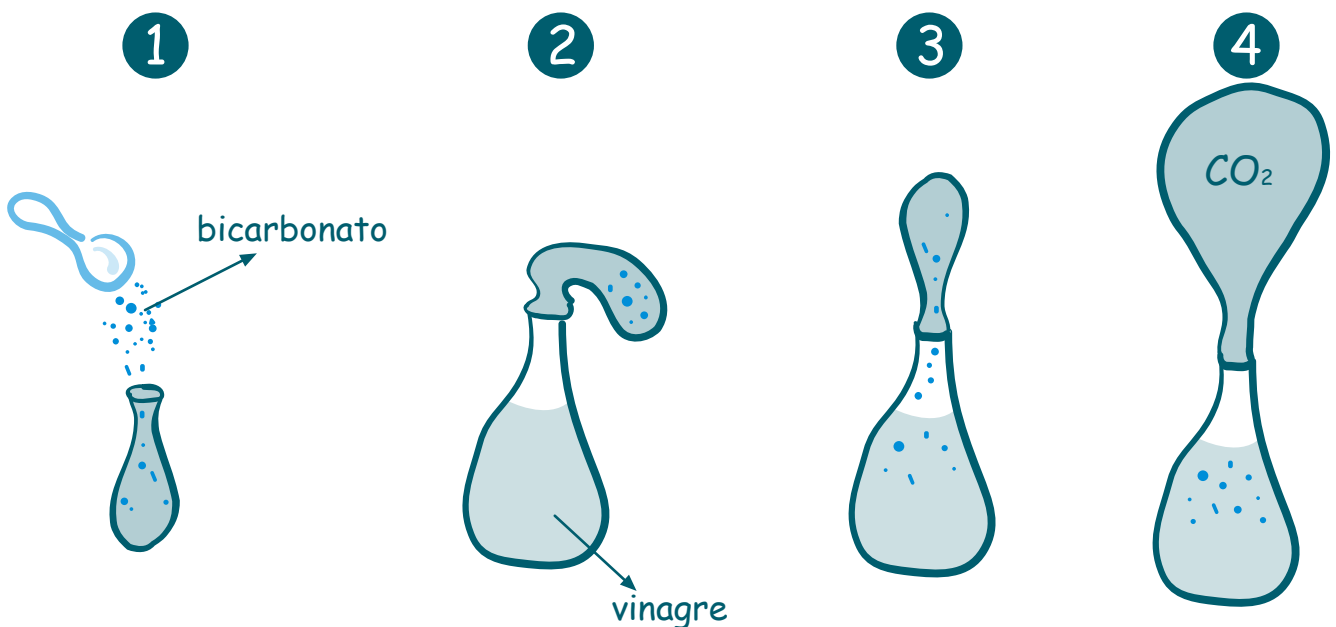
Materiales:

- Bicarbonato sódico
- Vinagre
- 1 globo
- 1 Botella de plástico

¿Cómo tienes que hacerlo?

- Introduce el bicarbonato en el globo.
- Vierte un poco de vinagre en la botella de plástico.
- Engancha el globo al cuello de la botella y levántalo de manera que caiga el bicarbonato dentro de ésta.

El globo empieza a hincharse debido a que la reacción producida en el interior de la botella desprende CO_2 .



Después de la visita

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O CASA



Erupción de color

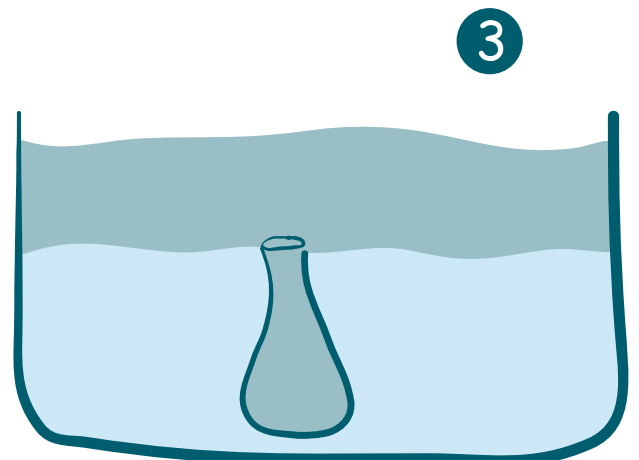
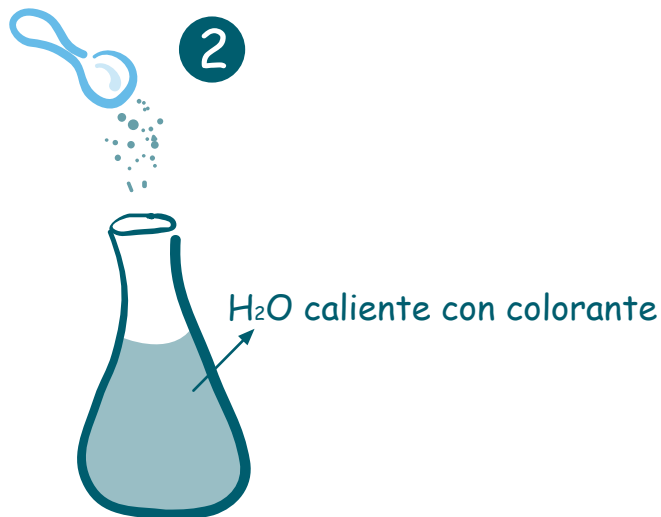
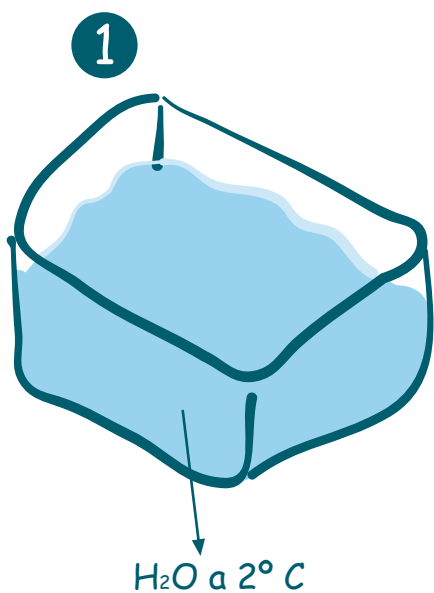
Materiales:

- 1 bote de vidrio grande
- 1 botella de vidrio pequeña
- Agua caliente y fría
- Colorante alimenticio

¿Cómo tienes que hacerlo?

- Llena la mitad del bote grande con agua fría.
- Rellena el bote pequeño con agua caliente y coloréala.
- Introduce el bote pequeño dentro del grande y observa qué sucede.

El agua coloreada (de mayor temperatura) se distribuye en las capas superiores. Cuando las temperaturas se igualan, la coloración se vuelve homogénea.



Después de la visita

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O CASA



Bajas temperaturas

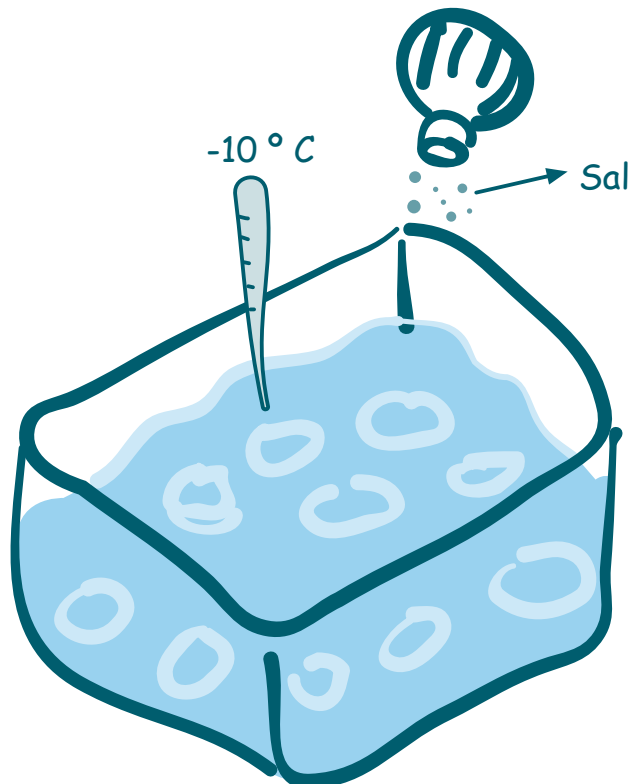
Materiales:

- Recipiente
- Cubitos de hielo
- Sal

¿Cómo tienes que hacerlo?

- Vierte los cubitos de hielo en el recipiente.
- Espolvorea sal sobre los cubitos.

Pueden obtenerse temperaturas realmente bajas añadiendo sal al hielo, ya que el punto de congelación de la mezcla sal/hielo es más bajo que la de éste último. Así, la mezcla será un líquido a la temperatura habitual de congelación del agua. De esta manera, temperaturas por debajo de -10°C son fáciles de obtener.



Después de la visita

EXPERIMENTOS PARA REALIZAR EN CLASE O CASA



Hacer un helado

Materiales:

- Nata
- Cubitos de hielo
- Trapo de cocina
- Chocolate en polvo
- Cuchara grande
- Sal
- Vaso
- Cuenco
- Leche

¿Cómo tienes que hacerlo?

- Mezcla en el vaso 1 medida de chocolate, 2 de leche y 1 de nata.
- Coloca algunos cubitos de hielo en el cuenco y espolvorea un poco de sal sobre ellos.
- Sitúa el vaso con la mezcla en el cuenco rodeado por cubitos de hielo salado. Añade más cubitos y sal alrededor del vaso.
- Pon el trapo de cocina sobre el cuenco. Deja reposar la crema durante una hora.
- Remuévela cada cierto tiempo.
- Saca el vaso del cuenco y observa cómo la crema se ha helado.

1

Chocolate



2

Sal



3





DIBUJA LO QUE MÁS TE HA GUSTADO



**CIUDAD DE LAS ARTES
Y LAS CIENCIAS**

ESTA CIUDAD ES OTRO MUNDO

SOM divulgació



GENERALITAT
VALENCIANA



CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS
VALENCIA

MUSEO DE LAS CIENCIAS PRÍNCIPE FELIPE • Ciudad de las Artes y las Ciencias
Av. Autopista del Saler, n.º 7 • 46013 Valencia (España)

Empresa certificada ISO 9001 (n.º 5000383) / ISO 14001 (n.º 5000383-MA) BVQi