

AGUA Y CIENCIA

Guía para la realización
de experiencias con agua



Esta publicación no puede ser reproducida, archivada en un sistema de recuperación ni transmitida de ninguna forma ni por ningún medio electrónico, mecánico por fotocopia o grabación, o de cualquier otra manera, sin la previa autorización escrita del propietario del Copyright AGUAS BONAERENSES S.A.

Indice

Bienvenida	1
Presentación	3
Experiencia 1 ¿Cuándo moja el agua?	7
Experiencia 2 Haciendo las paces.	9
Experiencia 3 Demostrando la existencia de la tensión superficial.	13
Experiencia 4 ¿Qué cosas se disuelven en agua?	15
Experiencia 5 ¿Es el agua un buen conductor de la corriente?	19
Experiencia 6 La corriente eléctrica puede descomponer el agua.	23
Experiencia 7 Los tres estados del agua.	25
Experiencia 8 Creciendo con fuerza.	27
Experiencia 9 El fenómeno de la capilaridad.	31

Bienvenido al fascinante mundo del agua, el elemento vital, esencial para la vida humana. A través de sencillas experiencias, aprenderás diferentes cualidades químicas del agua, su interacción y reacción ante otros elementos.

¿Cómo funciona esta guía?

Las 9 experiencias deben realizarse en el orden presentado, ya que las últimas toman en cuenta conceptos explicados previamente. En cada experiencia encontrarás la lista de elementos necesarios, y el paso a paso para realizarla.

A continuación encontrarás información complementaria que distinguirás con los siguientes símbolos:



información sobre el proceso **químico** que sufren los elementos durante la experiencia

ejemplos **cotidianos** donde se aplica la experiencia



ejemplos de la **naturaleza** relacionados con la experiencia

Observaciones

Recomendamos charlar con los niños sobre lo que observan ellos durante la experiencia. Los experimentos planteados en esta guía proponen reforzar en los niños a través del juego algunas de las propiedades químicas y físicas del agua, su participación en las actividades es fundamental. Por eso el niño tiene la tarea de observar, analizar y registrar lo que sucede.

En cada experiencia encontrarás una serie de preguntas que proponemos para que el niño responda sobre el experimento y sus etapas.

¿En qué estado están los elementos que componen el experimento antes de comenzar?

¿Qué sucede durante la experiencia?

¿Qué puede estar causando lo que observamos?

Cuidado !

Al tratarse de actividades que incluyen detergentes o elementos peligrosos para los niños, todas las actividades deben realizarse por un adulto o bajo su estricta supervisión.

Presentación

¿Qué es el agua?

¿Cuál es su composición química?

¿Cómo reacciona?

El agua está formada por pequeñas partículas que llamamos **moléculas**¹.

La molécula del agua es H_2O , o sea que está formada por 1 átomo de oxígeno (O) y 2 átomos de hidrógeno (H) y es una molécula muy liviana, mucho más que las moléculas de los gases que forman la atmósfera (oxígeno, O_2 y nitrógeno, N_2).

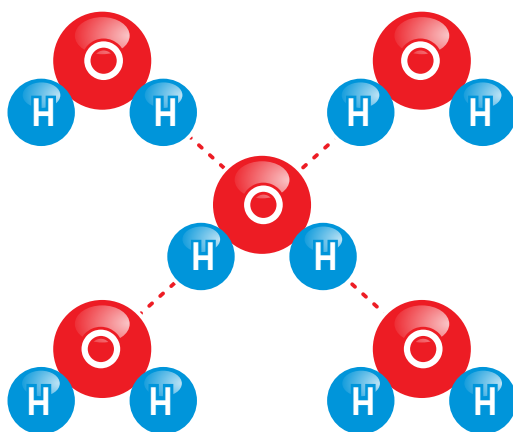


H_2O
molécula de Agua

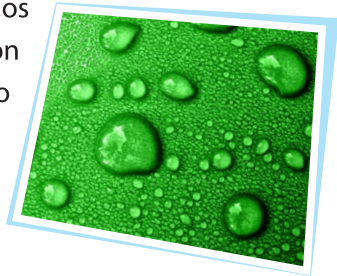
¹ Se llama molécula a un conjunto de al menos dos átomos enlazados covalentemente que forman un sistema estable y eléctricamente neutro

¿Por qué entonces el agua no es un gas?

No es un gas porque los átomos de hidrógeno tienen la extraordinaria propiedad de formar **puentes** con los átomos de oxígeno que estén cerca. Cada molécula de agua está entonces “enganchada” a las otras moléculas vecinas y no puede escapar fácilmente. Y por eso el agua es un líquido.



Como las moléculas de agua están unidas entre sí, las que están en la superficie forman una película que está en estado de tensión (**tensión superficial**) que no se rompe muy fácilmente. Por esa razón también podemos hacer pompas de jabón o existen fuentes donde el agua forma una especie de globo; o vemos cómo una gota se sostiene de la canilla antes de caer. Todos esas cosas se producen debido a la tensión superficial del agua y no sucedería lo mismo con otros líquidos como alcohol o nafta, que tienen una tensión superficial mucho menor.





La **Tensión Superficial** del agua le permite a algunos animales caminar sobre ella. La superficie del agua se hunde por el peso del insecto, como cuando hundimos un dedo en la superficie de un globo de goma. Esto sucede porque la tensión superficial hace suficiente fuerza para mantener el peso del animal, dividido entre sus patas.

Estas propiedades y algunas otras del agua las vamos a analizar a través de las próximas experiencias.

Enemigos íntimos

No hay dudas de que el agua moja, sobre todo cuando una lluvia nos sorprende sin paraguas! Pero para que el agua moje, debe caer sobre una superficie formada por moléculas que se hagan “amigas” de las moléculas de agua y que acepten los puentes que forman los átomos de hidrógeno, como decíamos antes.

¿Cuándo moja el agua?

Elementos necesarios

1. Un plato
2. Detergente
3. Aceite o manteca
4. Agua

a. Lavá bien un plato con unas gotitas de detergente y agua caliente. Secalo y arrojá un pequeño chorro de agua sobre el mismo.

¿Qué sucede con el agua?

b. Ahora tomá un plato seco y con un dedo pasá manteca o aceite en toda la superficie. Luego salpicá algunas gotas de agua sobre el plato:

¿Qué sucede en esta oportunidad con el agua?



En la primer parte de la experiencia vemos que el agua forma una película continua y moja toda la superficie. Esto sucede debido a que las moléculas de agua han formado **puentes** con la sustancia que forma la superficie del plato.

En la segunda parte, en cambio, se forman gotas de agua de forma redondeada por su tensión superficial. Esas gotas están apoyadas sobre el plato pero no mojan la superficie, porque las moléculas de grasa o de aceite se niegan a formar puentes con el agua.



La mayoría de las aves tienen una glándula especial en la base de la cola, llamada glándula uropígea o, más informalmente, glándula del acicalamiento para la limpieza e impermeabilización de sus plumas. Las aves acuáticas tienen esta glándula especialmente desarrollada para permitirles una mayor resistencia al agua. Para asegurar que todo su cuerpo -no sólo la cola- permanece resistente al agua, estos pasan mucho tiempo peinando sus plumas con el pico, distribuyendo hacia las demás plumas el aceite segregado cerca de su cola.



Haciendo las paces

Como vimos en la experiencia anterior, el agua y el aceite no se hacen "amigos". Analicemos esta situación realizando la siguiente actividad:

Elementos necesarios

1. Dos vasos de vidrio
2. Aceite comestible (de cocina)
3. Detergente
4. Una cuchara
5. Agua

- a. Llena ambos vasos hasta la mitad de agua. Y luego tira un buen chorro de aceite en cada uno.
- b. En uno de los vasos agrega además un chorrito de detergente.
- c. Agita enérgicamente el agua de ambos vasos con una cuchara.

¿Qué sucede con el agua?

¿Qué sucede con el aceite?

En el vaso con aceite vemos que el aceite flota sobre el agua porque es más liviano, o sea, su **densidad**² es menor.

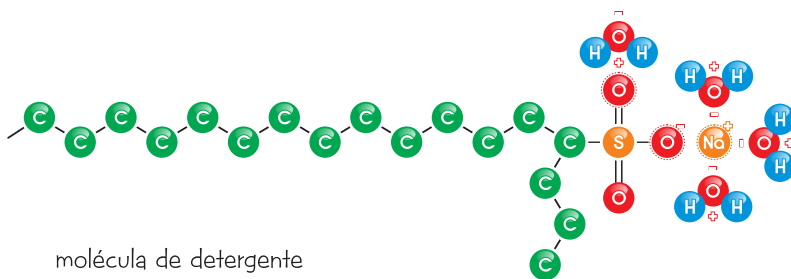


El aceite forma gotitas esféricas (por su propia tensión superficial), que tienden a unirse para formar gotas más grandes. Luego de que lo agitamos, el aceite formó gotitas pero no se mezcla con el agua y pronto vuelve a formar una capa sobre la misma.

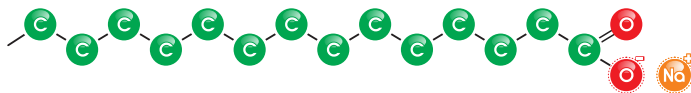
En el vaso que agregamos detergente, parte del aceite se mezcló con el agua formando algo que se llama una **emulsión** y el líquido aparece turbio. Lo que ocurrió es que el detergente forma puentes entre las moléculas de agua y las de aceite y entonces el aceite forma gotitas muy pequeñas que generan la turbidez.

¿Qué es un detergente?

Es una sustancia que tiene moléculas formadas por una "cabeza" que se hace "amiga" del agua y una "cola" muy larga que se hace "amiga" de las grasas y aceites, y que entonces funciona como puente entre ambas. Y el jabón tiene moléculas muy parecidas.



² La densidad es lo que pesa un cubo de 1 cm x 1 cm x 1 cm (1 cm³) lleno con la sustancia. La densidad del agua es 1,0 g/cm³. En cambio la densidad del aceite es menor: 0,91 g/cm³.



molécula de jabón

Lo que vemos en la figura son fórmulas químicas de las moléculas de jabón y de detergente. La cola de esas moléculas está formada por muchos átomos de carbono (símbolo C) unidos entre sí. Y en la "cabeza", donde se acercan las moléculas de agua, aparecen átomos de oxígeno (símbolo O).



Cuando se lavan los platos o la ropa con jabón o detergente las grasas forman una emulsión con estos, como mencionamos antes, y pueden ser luego arrastradas por el agua.

Demostrando la existencia de la tensión superficial

Habíamos visto cómo, gracias a la tensión superficial, algunos insectos pueden caminar sobre la superficie del agua. Pero esa propiedad permite que floten cuerpos que son mucho más densos que el agua, como se demuestra en la siguiente actividad:

Elementos necesarios

1. Vaso
2. Un pequeño trozo de papel
3. Una Aguja
4. Unas gotas de detergente
5. Agua

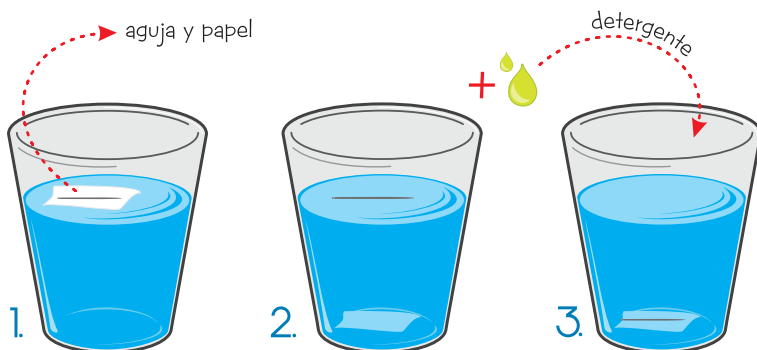
a. Llená el vaso con agua.

b. Colocá el trozo de papel con mucho cuidado sobre el agua y sobre él coloca la aguja.

¿Qué sucede?

c. Dejá caer unas gotas de detergente en el vaso con agua.

¿Qué sucede ahora con el agua?



La aguja se mantiene a flote por el trozo de papel, pero luego de unos instantes el papel empapado en agua se irá al fondo del vaso, dejando a la aguja flotando como **por arte de magia**, si tenemos en cuenta que el acero es mucho más denso que el agua.

En el vaso veremos, si observamos con atención, cómo la superficie se hunde un poco alrededor de la aguja, demostrando la real fuerza de la tensión superficial. La aguja se mantendrá a flote siempre que el agua no pueda mojarla, y eso sucede porque está cubierta por la grasitud natural de nuestras manos.

Al colocar la gota de detergente nuestro pequeño barco se hunde porque, como vimos antes, diluirá la grasa y hará que la aguja se hunda.



¿Qué cosas se disuelven en agua?

¿Nunca te preguntaste porqué algunas sustancias desaparecen o se disuelven en el agua y otras no? En la siguiente experiencia veremos que pasa entonces con 4 elementos naturales.

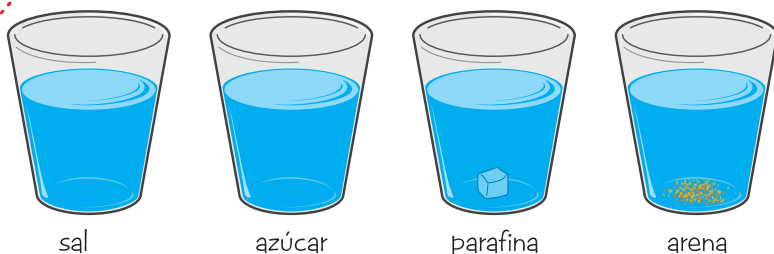
Elementos necesarios

1. Cuatro vasos de vidrio
2. Un pequeño trozo de parafina (cera de vela)
3. Un poco de sal
4. Azúcar
5. Arena
6. Una cuchara
7. Agua

- a. Preparemos cuatro vasos o frascos de vidrio llenos con agua hasta la mitad.
- b. En el primero poné media cucharada de sal.
- c. En el segundo poné media cucharada de azúcar.
- d. En el tercero poné una cucharada de arena.
- e. En el último poné el trozo de parafina.

- f. Revolvé unos instantes cada uno de los vasos y observamos que sucede con los elementos que pusimos en el agua.

¿Que sucedió?

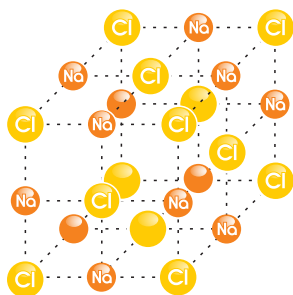


La sal y el azúcar se disolvieron en el agua mientras que la arena y la parafina no. Analicemos cada sustancia para entender qué fue lo que pasó.

La sal

¿Alguna vez observaron de cerca, por ejemplo con ayuda de una lupa, los granitos de sal común? Verán que muchos de esos granitos son cubos mas o menos perfectos. Esa forma externa tan regular revela que los átomos o las moléculas que forman

esos cristales están sumamente ordenados. En la sal común, por ejemplo, existen átomos cargados eléctricamente (iones) ordenados como muestra la figura, donde los iones amarillos son cloruros (Cl^-) y los naranjas son sodios (Na^+). Esos iones se muestran separados entre sí para

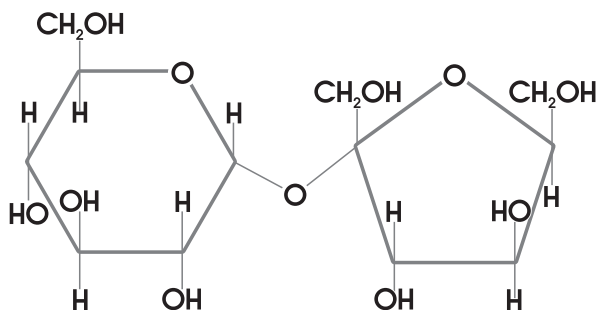


que pueda verse claramente el ordenamiento, pero en realidad están en contacto.

Cuando echamos sal en el agua, las moléculas de agua rodean a los iones positivos y negativos y los separan. Entonces el cristal de sal se deshace y se disuelve.

El azúcar

En los pequeños cristales de azúcar, que también parecen cubos, no hay iones cargados eléctricamente. Hay moléculas sin carga como la que se ve en la Figura.

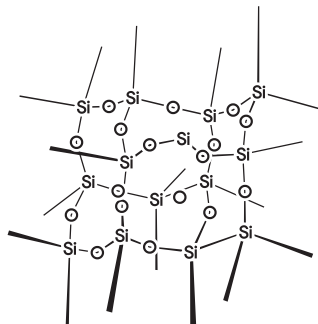


Esa es la fórmula química de la sacarosa, que es el azúcar común. Está formado por dos anillos de átomos de carbono (símbolo C, aunque se omiten en los anillos para no complicar la figura) unidos por un oxígeno (símbolo O). Pero lo más interesante es que la molécula tiene un montón de grupos OH, que es justamente lo que tiene la molécula de agua (H₂O, que también podemos escribir HOH). Entonces se entiende que las moléculas de agua y de azúcar se hagan "amigas", que el agua rodee a cada molécula de azúcar y que los cristallitos se deshagan y se disuelvan.

La arena

La arena común está formada en gran parte por granitos de cuarzo, que es dióxido de silicio, SiO_2 .

En la figura se ve que los átomos de silicio (símbolo Si) y de oxígeno están unidos entre sí formando una red infinita en tres dimensiones que es **extraordinariamente estable**. Aquí no hay iones cargados ni moléculas relativamente chicas

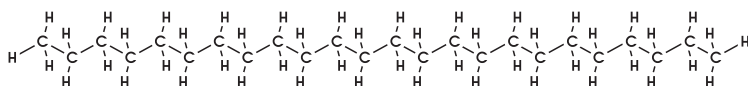


con grupos OH y el resultado es que las moléculas de agua ya no pueden interponerse entre los átomos y entonces la arena no puede disolverse en el agua. Y lo mismo ocurre con muchos minerales.

La parafina

La cera de parafina que se usa para fabricar velas es un hidrocarburo, o sea que tiene moléculas formadas solamente por carbono (símbolo C) e hidrógeno (símbolo H).

A diferencia del azúcar, **la parafina no tiene grupos OH** y en consecuencia no se disuelve en el agua. Y lo mismo ocurre con las grasas, por ejemplo.



fórmula de parafina

¿Es el agua un buen conductor de la corriente?

El agua con sal disuelta conduce la corriente eléctrica.

Elementos necesarios

1. Un vaso de vidrio
2. Dos clavos
3. Cable simple
4. Dos pilas comunes
5. Cinta adhesiva
6. Una luz de LED
7. Agua destilada
8. Sal

a. Lijá bien ambos clavos. A continuación conectá cada uno a un trozo de cable.

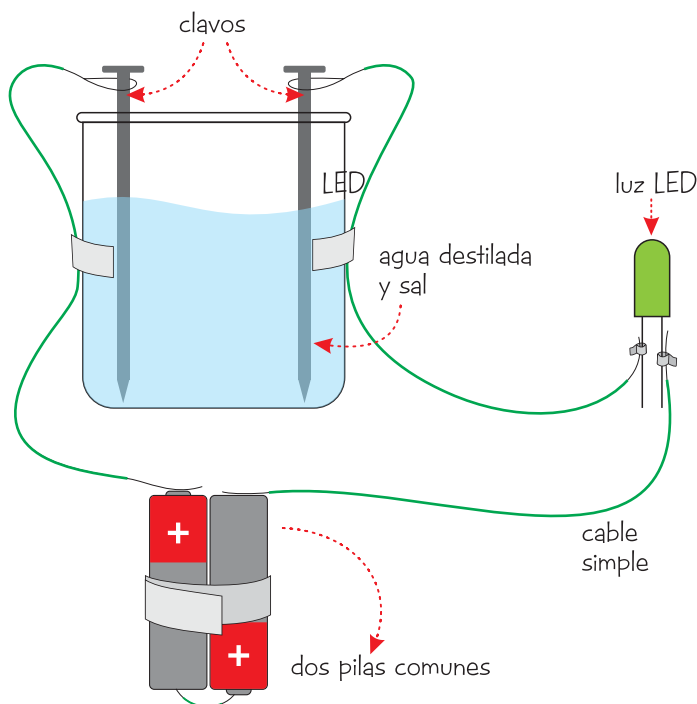
b. Colocá ambos clavos dentro del vaso de vidrio, cuidando que no se toquen entre sí.

c. Conectá ambas pilas entre sí, utilizando un trozo de cable, haciendo que el polo positivo de una esté en contacto con el polo negativo de la otra. Encintá las pilas y la conexión para que no se suelte.

d. Conectá un trozo de cable a cada una de las patas de la luz LED.

- e. Conectá la pila que quedó con el lado positivo visible con uno de los clavos del vaso.
- f. Conectá la pila que quedó con el lado negativo con el conector de la luz LED señalado con un corte plano.
- g. Conectá el conector restante de la luz LED al otro clavo, cerrando el circuito como se ve en la imagen.

Circuito armado



h. Llená el vaso con agua destilada.

¿Qué sucede con la luz LED?

i. Agregá media cucharada de sal y mezclala con el agua destilada.

¿Qué sucede ahora con la luz LED?

El agua destilada³ carece de iones por lo que no es una buena conductora de electricidad. Por eso en la primera parte de la experiencia la luz LED no enciende o lo hace débilmente. En cambio en la segunda etapa de la experiencia vemos que la luz LED enciende correctamente, demostrando que la solución ahora es conductora de la electricidad. Esto ocurre porque ahora la solución contiene iones negativos (cloruro) y positivos (sodio), como vimos en la **experiencia 4**, esos iones cargados eléctricamente conducen la corriente.



³ El agua destilada es aquella sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H₂O. Es aquella a la que se le han eliminado las impurezas e iones mediante destilación.



Casi todo el mundo cree que el agua es un buen conductor de la corriente, y en realidad no lo es. **Al menos por sí misma.** Lo que ocurre es que el agua **SÍ es** muy buen disolvente, especialmente de compuestos iónicos (como ya vimos en la experiencia 4); tanto que tener agua pura es extremadamente difícil, porque enseguida empiezan a disolverse compuestos como el CO_2 de la atmósfera. Por esto es que utilizamos el agua destilada para la experiencia, ya que demuestra cómo en realidad el agua no es conductora en sí sin el aporte de compuestos iónicos.

El agua que tenemos a nuestro alcance en la vida diaria (el agua corriente que sale de las canillas, el agua mineral, de los ríos, etc.) siempre tiene disueltas sales minerales que son las responsables de la conductividad eléctrica.

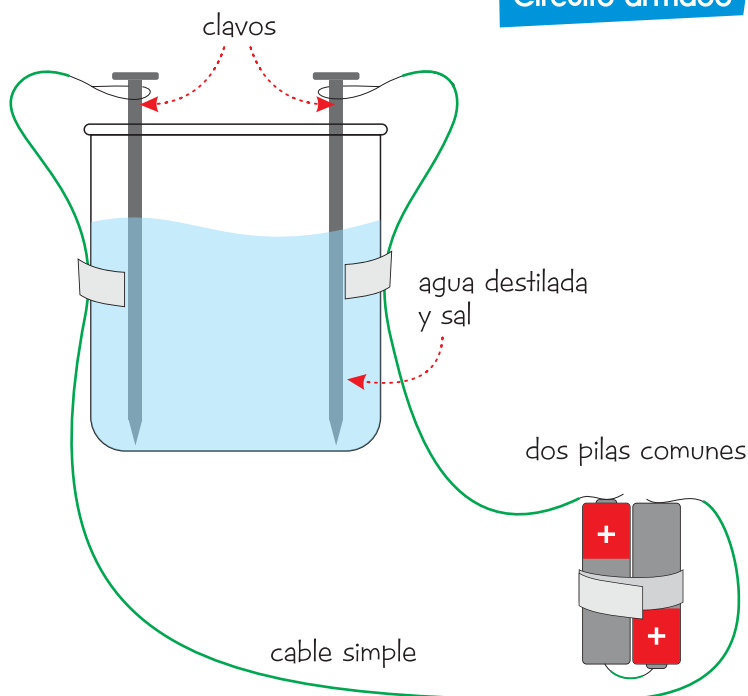
Por eso a nadie se le ocurre utilizar el secador de pelo estando descalzo sobre un suelo húmedo: ese agua es un buen conductor de la electricidad, gracias a las sales minerales que **SIEMPRE** van a estar disueltas.

La corriente eléctrica puede descomponer el agua

Vamos a repetir el **experimento** anterior con la solución de sal pero sin interponer un LED.

¿Qué sucede dentro del frasco y sobre los clavos?

Circuito armado





Veremos que en cada uno de los clavos aparecen burbujitas de gas. Lo que está ocurriendo es que, por pasaje de la corriente eléctrica, se está descomponiendo el agua de la solución en sus dos componentes: oxígeno, que se desprende sobre el electrodo positivo (se ve claramente) e hidrógeno, que se desprende sobre el electrodo negativo (menos evidente). Ese proceso se denomina electrólisis del agua.



Aplicaciones de la electrólisis

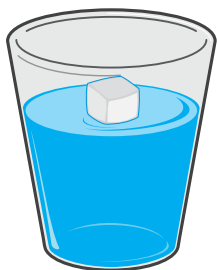
La electrólisis es una proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad. Entonces tiene múltiples aplicaciones en otros elementos como por ejemplo:

- Producción de aluminio, litio, sodio, potasio, y magnesio.
- Producción de hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, clorato de sodio y clorato de potasio.
- Producción de hidrógeno con múltiples usos en la industria: como combustible, en soldaduras, etc.
- Producción de hipoclorito de sodio (para fabricar agua lavandina) por electrólisis de una solución de sal común. .

Los tres estados del agua

A temperatura ambiente el agua es un líquido, como todos sabemos. Pero el agua se evapora bastante fácilmente, como comprobamos cuando ponemos a secar la ropa recién lavada. El agua pasa al estado de vapor y se mezcla con el aire. Veremos entonces qué pasa con el último estado en el que la podemos encontrar, sólido.

Elementos necesarios



1. Un vaso
2. Agua a temperatura ambiente
3. Un cubo de hielo

Coloca el cubo de hielo dentro de un vaso lleno hasta la mitad de agua.

¿Qué sucede con el cubo?

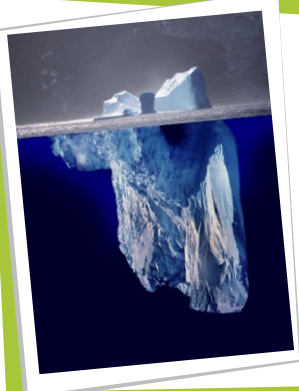
¿Qué sucede luego de unos minutos con el vaso?



1.- El cubo de hielo flota en el agua líquida porque el hielo es menos denso (o más liviano) que el agua. En la **Experiencia 2** vimos que la densidad del agua es de $1,0 \text{ g/cm}^3$. En cambio el hielo es más liviano, con una densidad de $0,92 \text{ g/cm}^3$, por eso flota, aunque la mayor parte del cubito queda debajo del agua.

2.- Se observa que cuando el agua del vaso se enfría comienza a condensar agua del lado de afuera del vaso. Esa agua estaba como vapor mezclada con el aire pero al enfriarse pasa de nuevo al estado líquido. Ocurre lo mismo que cuando hierve agua en una pava y ponemos una cuchara delante del pico: el vapor condensa como agua líquida.

Resumiendo, hemos visto los tres estados del agua: vapor (o gas), líquido y sólido (hielo).



Los inmensos témpanos de hielo que vemos en la Antártida recrean lo que observamos con el cubo de hielo de nuestra heladera. Imagina todo lo que queda fuera de la vista, debajo del agua...



Creciendo con fuerza

Cuando el agua se enfría aumenta de volumen, al revés que la mayoría de las sustancias.

Elementos necesarios

1. Una pequeña botella de plástico, preferentemente con tapa a presión (Sino, una con tapa a rosca funcionará igual).
2. Una lata de tomates o duraznos, vacía y limpia.
3. Un Freezer o congelador.

a. Llená **completamente** con agua la botella de plástico y cerrala con su tapa fuertemente apretada.

b. Ahora colocala dentro de la lata vacía, y llevá todo al congelador ("freezer") de la heladera.

c. Dejá todo allí hasta el día siguiente.

¿Que pasó con la botella?

¿Por qué pasó eso?

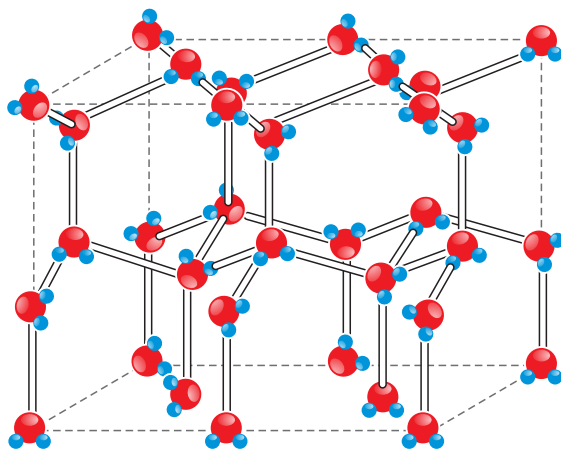
Al otro día comprobaremos que la tapa ha sido forzada hacia afuera por el agua congelada, que ahora desborda de la botella al haber aumentado de volumen. También puede ocurrir que, si

no cede la tapa, la botella de plástico se hinche o deforme por la enorme presión que ejerce el agua al aumentar de volumen; por seguridad pusimos el frasco dentro de una lata, por si se llega a romper por la presión.

¿por qué aumenta de volumen el agua al congelarse?



Ya mencionamos que el agua es líquida a temperatura ambiente porque se forman puentes de hidrógeno entre las moléculas, que se mueven constantemente. Pero cuando enfiamos el agua los movimientos de las moléculas se hacen más lentos y los puentes de hidrógeno se hacen más ordenados, hasta que se forma hielo con esta estructura:



Es una estructura bastante abierta, donde las moléculas de agua están más alejadas entre sí que en el líquido y ocupan más lugar. Entonces, el hielo es menos denso que el agua líquida.

Pero si una cantidad de agua aumenta de volumen al convertirse en hielo en comparación con la misma cantidad de agua líquida, significa que su densidad (lo que pesa cada cm^3) disminuye. Y eso explica por qué el hielo flota en el agua (como vimos en la experiencia anterior).

Este comportamiento del agua también explica porque se parten las piedras con grietas que se llenan de humedad durante el día y se congelan durante las frías noches en las zonas de montaña, o porqué revientan las cañerías domiciliarias y los radiadores de los autos durante el invierno en zonas en las que la temperatura llega a varios grados por debajo de cero.



El fenómeno de la capilaridad

La capilaridad es un fenómeno por el cual el agua asciende en un tubo muy fino o entre dos vidrios planos separados por una distancia muy pequeña, por ejemplo. Esto ocurre cuando el agua se adhiere con más fuerza al vidrio que la fuerza con que las moléculas de agua se atraen entre sí.

Hagamos ahora un par de **experimentos** para ilustrar el fenómeno de la capilaridad.

Elementos necesarios

Experiencia 1

1. Agua coloreada (puede ser con colorante para canarios, o para alimentos, o es su defecto vino tinto).
2. Una rama de apio.
3. Una tijera.
4. Un vaso.

a. Colocá en el vaso agua coloreada hasta una altura de 2 o 3 centímetros.

b. Tomá una ramita de apio, sumergí su extremo en el líquido y déjalo toda la noche.

¿Qué sucedió?

Elementos necesarios

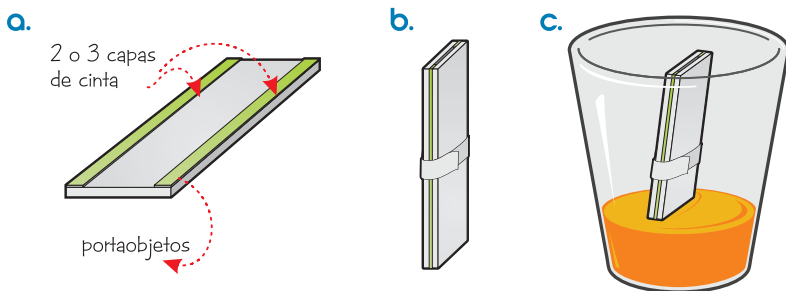
Experiencia 2

1. Dos portaobjetos para microscopía (láminas delgadas de vidrio que se pueden conseguir en bioquímicas o farmacias).
2. Cinta adhesiva.
3. Agua coloreada (puede ser con colorante para canarios, o para alimentos, o es su defecto vino tinto).
4. Un vaso o plato hondo de vidrio.

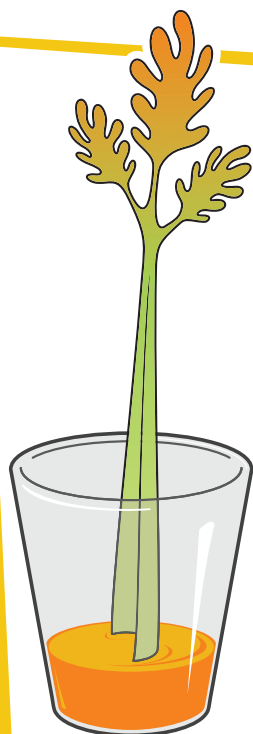
a. Pegá una cinta adhesiva a lo largo de cada borde de un portaobjetos, cubriendo 3 o 4 milímetros de vidrio. Repetí el procedimiento dos o tres veces para engrosar la cinta.

b. Superponé el segundo portaobjeto, de manera que los dos vidrios queden separados por el pequeño espesor que dará la cinta, y mantenelos juntos con un par de trozos de cinta.

c. Sumergí un extremo de ese "sandwich" en agua coloreada.



¿Qué sucede con el agua?



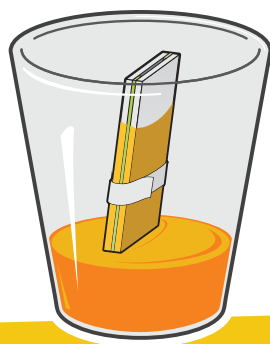
Experiencia 1

En la primer experiencia vemos que las hojas al día siguiente de realizada la experiencia comienzan a teñirse del color que elegimos, debido a que el agua coloreada ha subido por el tallo principalmente por capilaridad. Podemos comprobar que esto es así cortando el tallo con un cuchillo: veremos que los finos tubitos o vasos capilares aparecen teñidos.



Experiencia 2

En la segunda experiencia vemos cómo el líquido sube lentamente por capilaridad hasta alcanzar una altura que dependerá de la distancia que separe los dos vidrios.





Gracias a la capilaridad el agua puede subir desde las raíces hasta las hojas de las plantas, circulando por los tubos muy finos que las plantas tienen en sus tallos.

Otras situaciones que se deben a la capilaridad son, por ejemplo:

1. El líquido que sube por un papel poroso cuando sumergimos su extremo en agua.
2. El agua del suelo que asciende por una pared cuando no se ha puesto una capa aislante.
3. Los cabellos mojados, que se mantienen unidos hasta que se secan.
4. El líquido que asciende por un terrón de azúcar o una galletita, cuando sumergimos su extremo en el café o el té.

ABSA

