

## CAPÍTULO 3:

## ¿QUÉ ES EL AGUA?







## ¿DE QUÉ ESTÁ COMPUESTA EL AGUA EN MI ENTORNO?



En el capítulo anterior salimos de viaje de estudios y encontramos agua en los diferentes sitios (etapas) del ciclo del agua.

**En este capítulo intentaremos comprender cómo cambian las propiedades del agua en el transcurso de su pasaje por las distintas etapas del ciclo del agua.**

### Actividad 1:

#### Investigación hidrológica - ¿Cómo se puede identificar el agua?

En el viaje de estudios que llevamos a cabo recolectamos muestras de agua de diferentes etapas del ciclo del agua: agua de lluvia, agua de manantiales y aguas residuales tratadas de un río contaminado (efluentes).

... no resulta grato para contar, pero en el camino de regreso a la escuela se cayeron todas las etiquetas que identificaban los frascos y en este momento no tenemos idea cuál es el origen del agua que se encuentra en cada uno de ellos.



### Experimento

...bien, entonces ¿qué hacemos?

Nos comunicamos con el laboratorio y conversamos con el Profesor Hidrólogos en persona. Éste ni siquiera se inmutó y nos dijo que no hay ningún problema. El opina que ustedes pueden identificar el origen del agua de cada uno de los vasos. El les envió unas cuantas sustancias químicas y elementos de laboratorio (tipo “kit”), con cuya ayuda podrán identificar el origen del agua. También envió algo de material escrito que les ayudará a comprender cómo se llevan a cabo las pruebas.

**... entonces ¡adelante, a trabajar!**



## Programa de Trabajo

El Profesor Hidrólogus envió materiales y elementos de laboratorio que nos permitirán llevar a cabo las siguientes pruebas o análisis para evaluar la calidad del agua.

1. Medición de la conductividad eléctrica como variable para medir la salinidad o concentración de sales del agua.
2. Medición de la concentración de iones (partículas cargadas eléctricamente) de calcio como variable que refleja la “dureza” del agua.
3. Medición de la concentración de iones de nitrato en el agua como variable que indica el nivel de contaminación del agua por sales tóxicas para las personas.

Cada grupo llevará a cabo un solo análisis, a elección... pero antes de esto, ustedes seguramente se preguntarán ¿Cuál es el objetivo de los análisis? ¿Qué se puede aprender de los mismos?

Y por supuesto, ¡tienen toda la razón! No tiene sentido trabajar sin un plan previo. Primero hay que entender el “¿Por qué?” y luego el “¿Cómo?”.

Por lo tanto, después de que elijan con el consejo del docente el tipo de análisis que realizarán, lean a continuación los siguientes artículos, que explican por qué se debería llevar a cabo el análisis, y luego, cómo se debe realizar.



*Información  
Adicional*

### Examen de la conductividad eléctrica, como variable para medir la concentración de sales en el agua

#### ¿Por qué es importante examinar la salinidad del agua?

Beber agua salada no es recomendable no sólo por el sabor salado, sino también porque afecta la salud de los seres humanos. También las plantas ornamentales, el césped y numerosos cultivos agrícolas, como el maíz y los jitomates (tomates), son sensibles a altas concentraciones de sal en el agua para riego.

#### ¿Qué origina la salinidad del agua?

La fuente principal de sal en el agua son compuestos que contienen iones (partículas cargadas eléctricamente) del elemento cloro, es decir cloruros. (Cl<sup>-</sup>). El aumento en la salinidad de las aguas subterráneas es provocado por cuatro causas principales, que son:



**1. Infiltración de agua a través de rocas que contienen sales de cloruro.** Por ejemplo, la roca de sal comestible está compuesta por el mineral halita o sal de roca, cuya composición es cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ). La halita y otros minerales que contienen cloro se disuelven fácilmente en al agua de lluvia que se infiltra en las rocas, enriqueciendo a la solución de agua con iones de cloro (cloruros).

**2. Extracción excesiva de las aguas subterráneas que se encuentran en una planicie costera cerca del mar.** Si extraemos de los mantos acuíferos más agua que aquella que se infiltra a partir del agua de lluvia, baja el nivel de la capa freática. El resultado es que el agua salada del mar penetra en las aguas subterráneas no salinas (recuerden el experimento de simulación de la página 87 del libro).

**3. Infiltración de aguas residuales industriales a las aguas subterráneas.** El drenaje industrial, por ejemplo el de la industria de los alimentos, suele ser rico en sal de cocina. En muchos casos las aguas residuales escurren por la superficie del terreno, infiltrándose en las rocas y llegando finalmente a las aguas subterráneas.

**4. Riego con aguas residuales tratadas.** En diversos lugares numerosos cultivos agrícolas son regados con aguas residuales tratadas o efluentes. Estas aguas contienen una alta concentración de iones de cloruro y su infiltración aumenta el tenor salino de las aguas subterráneas.



## ¿Cómo mediremos la salinidad del agua?

Es común medir la concentración de los iones cloruro en el agua, como variable que permite conocer la salinidad. En esta actividad mediremos indirectamente la concentración de cloruro, con la ayuda de un aparato que mide la intensidad de corriente eléctrica, el miliamperímetro, cuyas unidades corresponden a amperios\*. Para esto, aprovecharemos la propiedad de conductividad eléctrica de una solución acuosa. La conductividad es mayor (conduce mayor intensidad eléctrica) a medida que aumenta la concentración de sales en la solución de agua, es decir, que obtendremos mayores valores de conductividad eléctrica en el aparato.

\* La unidad de intensidad de corriente en el Sistema Internacional de unidades es el **amperio**.



### *Hipótesis*

¿En cuál de las tres muestras de agua, la de los manantiales, la de las aguas residuales tratadas del río contaminado o la del agua de lluvia, esperan Uds. encontrar una alta concentración de iones de cloruro y en cuál esperan encontrar una pequeña cantidad?



### *Observación*

#### Descripción de la actividad

Determinen la conductividad eléctrica de las diferentes soluciones de agua con la ayuda de un miliamperímetro, aparato que mide dicha variable. Recuerden ordenar el agua de la siguiente manera: muestra 1, 2 y 3, como así también secar el miliamperímetro entre medición y medición con la ayuda de un paño seco.

#### Resultados:

Anoten la conductividad eléctrica de las muestras de agua según las lecturas del miliamperímetro.

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3 Aguas residuales tratadas
		50 – 70 miliamperios

- \* Por razones de seguridad en salubridad, no nos es posible llevar a cabo el examen de la muestra n° 3 en un laboratorio escolar. Las mediciones se llevaron a cabo en un laboratorio apto para efectuar las mismas y los resultados ya han sido consignados en la tabla.



### *Síntesis*

Sinteticen los hallazgos de esta actividad, conforme a los elementos del pensamiento científico: observación, hipótesis, información adicional y conclusión.



*Información  
Adicional*

## EXAMEN DE LA CONCENTRACIÓN IÓNICA DEL CALCIO COMO VARIABLE PARA MEDIR LA “DUREZA” DEL AGUA

### ¿Por qué es importante examinar la concentración iónica del calcio en el agua?

La “dureza” del agua es una propiedad que se origina por la presencia de compuestos de calcio en el agua. Esta propiedad es importante para determinar si el agua es adecuada para su uso en el hogar y en la industria. La presencia de compuestos de calcio en el agua, afecta la efectividad de limpieza de aparatos domésticos, como la lavadora de ropa y el lavavajillas. Los iones de calcio tienden a enlazarse con las moléculas del jabón y crean un nuevo compuesto que neutraliza la acción limpiadora del jabón. Las aguas “duras” provocan también la acumulación de sarro en las tuberías que conducen el agua en las industrias y en el hogar. No obstante, los iones de calcio en el agua, pueden aportar de manera significativa a la salud manteniendo la fortaleza ósea y la de los dientes.

### ¿Qué provoca la “dureza” del agua?

El origen del agua que se extrae de los mantos acuíferos es el agua de lluvia que se infiltró a través de las rocas, por ejemplo rocas de piedra caliza. Como ya hemos aprendido en el tema referido al proceso de “carst” (formación de un relieve por meteorización química de la roca), la roca de piedra caliza está constituida por el mineral carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Por lo tanto, la infiltración de agua ligeramente ácida en presencia de esta roca provoca la disolución del carbonato de calcio en las aguas que se infiltran y, como resultado, las aguas subterráneas se ven enriquecidas por iones (partículas cargadas eléctricamente) de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).



¿En cuál de las tres muestras, la de los manantiales, la de las aguas residuales tratadas del río contaminado o la del agua de lluvia, esperan encontrar un alto nivel de iones de calcio y en cuál, bajos niveles?



## Observación

### Descripción del análisis:

Con ayuda de los materiales y elementos de laboratorio que tienen frente a ustedes, examinen la concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en las muestras de agua de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Enjuaguen el vaso y llénenlo hasta la línea negra que posee con la muestra de agua que desean examinar.
2. Agreguen dos gotas de la botella marcada  $\text{H}_{20}\text{F}$  y agítenla con delicadeza hasta que la solución vire al color rojo. Si la muestra cambia su color a verde, es porque no contiene carbonato de calcio.
3. Unan la punta plástica de color amarillo a la jeringa y absorban de la solución contenida en la botella marcada TL  $\text{H}_{20}$ , de manera tal que la línea negra del émbolo se encuentre con la línea negra que está marcada en la jeringa.
4. Hagan gotear lentamente la solución de la jeringa al vaso que contiene la muestra. Agiten el vaso con delicadeza después de agregar cada gota, hasta que obtengan un color verde. Recuerden esperar unos 10 segundos antes de agregar la siguiente gota.
5. Sobre la línea de graduación de la jeringa de la que hicieron gotear la solución a la muestra de agua, examinen el número de “d” (divisiones) - el número aparece sobre la jeringa en color azul-. Multipliquen por 17.8 para obtener la concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en miligramos por litro (1 “d” -división- equivale a 17,8 miligramos por litro).

### Resultados:

Anoten la concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en miligramos por litro de la muestra de agua.

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3 Aguas residuales tratadas
		550 miligramos.litro <sup>-1</sup>

- ★ Por razones de seguridad en salubridad no nos es posible llevar a cabo el examen de la muestra n° 3 en un laboratorio escolar. Las mediciones se llevaron a cabo en condiciones de seguridad en un laboratorio apto para efectuar las mismas y los resultados ya han sido consignados en la tabla.





### *Síntesis*

Sinteticen los hallazgos de esta actividad conforme a los elementos del pensamiento científico: observación, hipótesis, información adicional y conclusión.



### *Información Adicional*

## EXAMEN DE LA PRESENCIA DE COMPUESTOS DE NITRÓGENO EN LA SOLUCIÓN DE AGUA

¿Por qué es importante examinar la concentración de compuestos de nitrógeno en el agua?

El nitrógeno es un elemento vital para la vida. Los seres vivos necesitan compuestos del nitrógeno para llevar a cabo procesos como el crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, un alto nivel de compuestos de nitrógeno en el agua potable, o la simple presencia del compuesto de nitrógeno conocido como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), puede provocar metahemoglobinemia en bebés (“bebés azules”) hasta la edad de seis meses. La enfermedad se produce porque los nitratos impiden que la sangre transporte suficiente oxígeno desde los pulmones a las diferentes partes del cuerpo, en particular el cerebro.



¿Cómo llegan los compuestos de nitrato a las aguas?

Existen dos fuentes principales de los compuestos de nitrógeno que pueden contaminar el agua para beber y son:

- 1. Fertilizantes para la agricultura:** En la agricultura moderna se acostumbra utilizar compuestos de nitrógeno, como fertilizantes para las plantas. Desafortunadamente, sólo el 50% de los fertilizantes de nitrógeno que se agregan al campo, es utilizado por las plantas y el resto se infiltra con el agua de lluvia hasta las aguas subterráneas.
- 2. Aguas residuales:** Drenaje no tratado, especialmente drenaje doméstico o agrícola, que contiene compuestos nitrogenados. Cuando las aguas residuales fluyen hacia los ríos, parte de las mismas se infiltra hacia las aguas subterráneas.



### *Hipótesis*

¿En cuál de las tres muestras de agua, la de los manantiales, la de las aguas residuales tratadas del río contaminado o la del agua de lluvia, esperan encontrar un alto nivel de compuestos de nitrógeno y en cuáles esperan encontrar un nivel bajo?



### *Observación*

#### Descripción del análisis:

Con la ayuda del equipo que está frente a ustedes examinen la concentración de compuestos de nitrógeno en las muestras de agua. Sigán los siguientes pasos:

1. Saquen una tira de papel reactivo del tubo que las contiene. ¡Cuiden de no tocar el extremo del papel destinado a la prueba! (Cierren el tubo inmediatamente después de sacar la tira).
2. Sumerjan el extremo marcado de la tira de papel reactivo en la muestra de agua por un segundo. Saquen la tira y esperen un minuto.
3. Comparen el color que se obtuvo en la zona de prueba, con el área de colores que hay sobre el tubo, apoyando la tira de papel reactivo sobre el mismo (ver fotografía). Determinen la concentración del compuesto de nitrógeno, conocido como ión (partícula cargada eléctricamente) nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), basándose en las concentraciones anotadas en el tubo que corresponden con el color obtenido en el extremo de la tira.



## Resultados:

Anoten en la siguiente tabla la concentración de iones nitrato de la muestra de agua, en miligramos por litro.

Nombre del compuesto	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3 Aguas residuales tratadas
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )			100 miligramos.litro <sup>-1</sup>

- ★ Por razones de seguridad en salubridad no nos es posible llevar a cabo el examen de la muestra n° 3 en un laboratorio escolar. Las mediciones se llevaron a cabo en condiciones de seguridad en un laboratorio apto para efectuar las mismas y los resultados han sido ya consignados en la tabla.



### *Síntesis*

Sinteticen sus hallazgos de esta actividad conforme a los elementos del pensamiento científico: observación, hipótesis, información adicional y conclusión.



## Actividad de síntesis: Resumen de las observaciones y conclusiones.

- Resuman en la siguiente tabla los resultados de las pruebas de los diferentes grupos y lleguen a conclusiones con respecto al origen del agua. Para llegar a conclusiones utilicen la información adicional que se dio, con respecto a cada prueba, en las páginas anteriores.

	Análisis químico – concentración de iones en miligramos por litro		Análisis físico – en miliamperios	Origen del Agua
	Concentración de iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )  Variable para medir la contaminación del agua por sales tóxicas	Concentración de iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )  Variable para medir la “dureza” del agua	Conductividad eléctrica  Variable para medir la salinidad del agua	
No. de muestra				Marquen con un círculo
1				<ul style="list-style-type: none"> <li>● agua de lluvia</li> <li>● agua de manantial</li> <li>● agua residual tratada del río contaminado</li> </ul>
2				<ul style="list-style-type: none"> <li>● agua de lluvia</li> <li>● agua de manantial</li> <li>● agua residual tratada del río contaminado</li> </ul>
3				<ul style="list-style-type: none"> <li>● agua de lluvia</li> <li>● agua de manantial</li> <li>● agua residual tratada del río contaminado</li> </ul>



2. Describan en unos cuantos enunciados las propiedades de la solución del agua de lluvia, las del agua de manantiales y las de las aguas residuales tratadas del río contaminado. Anoten dos factores que influyen sobre las propiedades del agua en cada sitio.

## Actividad 2:

### ¿De qué está compuesta el agua que bebemos?



En la actividad anterior, aprendimos que las propiedades del agua cambian de sitio en sitio, en el ciclo del agua en la naturaleza. Estas propiedades tienen una influencia decisiva en nosotros los humanos, como seres vivos, ya que dependemos del agua en todas las actividades de la vida. **En esta actividad trataremos de caracterizar el agua que bebemos.**

1. Expliquen qué es “agua dulce”.
2. Expliquen qué es “agua salada”.

### Actividad a desarrollar:

Tienen ante ustedes 4 vasos numerados que contienen diferentes soluciones de agua: agua desmineralizada, solución de agua de la llave (grifo), solución de agua embotellada y solución de agua salada (3.5%).

El agua (pura) es un compuesto cuya fórmula química es  $H_2O$ . Es decir que todas las moléculas del agua están compuestas por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O). El amperímetro es un aparato que mide la intensidad de la corriente eléctrica de una solución (en amperios), por lo tanto mide indirectamente la conductividad de la misma que es función de la concentración de sales en el agua. Es decir, que en agua pura donde no hay sales el amperímetro marcará “0”.



### Observación

1. Prueben el sabor del agua de cada uno de los vasos y resuman los hallazgos de estas pruebas en la siguiente tabla.
2. Midan la conductividad eléctrica de las soluciones. Anoten al lado de cada número el resultado de las mediciones de conductividad eléctrica de los diferentes tipos de agua.

No. del vaso	Origen del agua	Sabor del agua en el vaso	Conductividad eléctrica (miliamperios)
1	Agua desmineralizada		
2	Agua de la llave (grifo)		
3	Agua embotellada		
4	Agua de mar		



### Conclusión

1. ¿Existe relación entre el sabor del agua de cada uno de los vasos y el grado de conductividad eléctrica?
2. ¿Les sorprendieron los resultados que obtuvieron con el conductímetro en el análisis de las diferentes fuentes de agua? Expliquen.
3. Como resultado de la actividad, traten de definir nuevamente los términos “agua salada” y “agua dulce”.
4. ¿Es el término “agua dulce” un término errado? Expliquen.
5. ¿Es posible encontrar en la naturaleza agua pura en estado líquido? Indiquen cómo la observación que llevaron a cabo sustenta o convalida su hipótesis.



Es **sumamente inusual** encontrar en el **planeta Tierra agua pura** en estado líquido, es decir, agua que no contenga otras sustancias sino solamente el **compuesto  $H_2O$** .

Un líquido transparente que contenga además de  $H_2O$  otros compuestos (incluso en cantidades insignificantes), no se define químicamente como agua pura, sino como **solución acuosa**.

### Actividad 3:

#### ¿Qué es una solución?

En la actividad anterior se indicó que el **agua** que se encuentra en la naturaleza y en la vida cotidiana es una **solución**. Una solución es un líquido en el que se encuentra disuelta otra sustancia. Es decir que una **solución** se compone de **solvente** y **soluto**.

La solución acuosa está compuesta por un **solvente** que es el agua ( $H_2O$ ) y un **soluto** que son las sustancias que se disolvieron en el agua. Al soluto sólo se le puede detectar mediante pruebas químicas o físicas.

En esta actividad trataremos de averiguar cuáles son las sustancias disueltas en el agua que bebemos.

#### ¿Cuál es la sustancia disuelta en el agua embotellada?

En la mesa que se encuentra delante de ustedes hay tres etiquetas de botellas de agua embotellada de diferentes compañías.



#### Observación

1. Observen las diferentes etiquetas y anoten en la tabla las cuatro sustancias principales que se encuentran disueltas en cada una de las tres botellas con agua.

Sustancia disuelta en el agua embotellada “a”	Sustancia disuelta en el agua embotellada “b”	Sustancia disuelta en el agua embotellada “c”

2. ¿De dónde, consideran ustedes, llegaron las sustancias disueltas al agua?

**Pista:** ¿Cuál es el proceso que aprendieron en la cueva de estalactitas?

3. Utilicen las tarjetas de información acerca de las rocas y suelos que se encuentran en el Anexo del libro e indiquen, en la siguiente tabla, el nombre del mineral\* y de la roca a partir de la cual se disolvieron los diferentes iones que se encuentran en las aguas embotelladas:

El ión disuelto en el / agua	Nombre del mineral del cual se disolvió la sustancia	Fórmula química del mineral	Nombre de la roca que contiene este mineral
Ión calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Carbonato de Calcio	$\text{CaCO}_3$	Caliza
Ión carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ )			
Ión sodio ( $\text{Na}^+$ )			
Ión cloruro ( $\text{Cl}^-$ )			
Ión magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ )			

- \* Un **mineral** es un cuerpo inorgánico, generalmente con una composición química definida, con propiedades físicas características. Todas las sales son minerales y están compuestas por partículas que en solución presentan carga eléctrica (iones). Un ejemplo de mineral es el compuesto cloruro de sodio (sal de cocina) cuya fórmula química es  $\text{NaCl}$  y que en solución acuosa se disocia en el ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y en el ion sodio ( $\text{Na}^+$ ).



### Conclusión


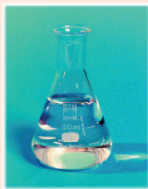
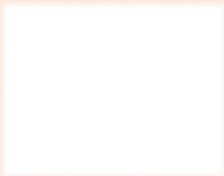
- ¿Cómo se puede explicar la diferencia que existe en la concentración de iones de calcio en diferentes marcas de agua embotellada?
- Expliquen con sus palabras cuál es el origen del nombre “agua embotellada mineral”.





### *Hipótesis*

Como dijimos, la solución de agua es transparente y no se pueden ver los componentes de la solución: el compuesto o sustancia que actúa como solvente y los compuestos o sustancias que se disuelven en el mismo (solutos). Supongamos que tiene en su poder unos “lentes mágicos” mediante los cuales pueden ver los componentes de la solución. Dibujen en el cuadrado de cada una de las siguientes tres soluciones acuosas cómo se verían a través de los “lentes mágicos” las partículas del solvente ( $H_2O$ ) y las de las sustancias disueltas (solutos).

1. Agua de mar	2. Agua embotellada	3. Agua deionizada
		
		

*Partículas de la solución vistas a través de los “lentes mágicos”*



### *Organización del Conocimiento*

La diferencia entre agua deionizada, agua embotellada, agua de mar y agua de la llave o grifo.

Lean los siguientes fragmentos y escriban dos preguntas referidas a cada uno de ellos.

**Agua deionizada** - es agua que se utiliza en laboratorios industriales y en laboratorios de investigación. El agua deionizada se obtiene a partir de la solución de agua común, mediante un proceso de laboratorio en el que se produce una separación entre las partículas de agua y la mayor parte de las partículas disueltas en la solución. El agua deionizada se acerca en su composición al agua pura.

**Agua embotellada (o mineral)** - el concepto de agua embotellada o mineral es bastante complicado. El origen del nombre proviene del embotellamiento del agua surgente de los manantiales de Europa, que se distinguieron por el alto contenido de iones disueltos, como resultado de la disolución de los minerales que componen las rocas a través de las cuales se infiltró el agua de lluvia hasta las aguas subterráneas. Estas aguas fueron consideradas (y aún lo son) poseedoras de virtudes curativas. En cambio en otros países se acostumbra denominar agua mineral a la solución de agua cuya concentración de minerales disueltos es menor que la del agua de la llave o grifo y cuya pureza bacteriológica está dentro de las normas internacionales.

**Agua de la llave o grifo** - es una solución de agua que puede llegar a las casas desde dos fuentes principales:

1. Fuentes de agua que se encuentran en la superficie, como el agua de lagos o de ríos.
2. Fuentes de agua subterráneas, como los mantos acuíferos que proveen el agua por la extracción que se realiza mediante bombas ubicadas en los pozos de profundidad variable. Los mantos acuíferos son el resultado de la infiltración del agua de la lluvia a través de las rocas. Más adelante, en este mismo capítulo, aprenderán que el agua de la llave o grifo que se extrae de los pozos en una planicie costera, suele ser relativamente rica en sales, debido al tipo de rocas en las cuales se infiltra.

**Agua de mar** - es una solución de agua en la cual la concentración de sales disueltas es muy alta.

### Actividad 4:

#### ¿Cómo se salaron las aguas?

En la actividad anterior aprendimos que el agua para beber no es agua pura sino una solución que contiene una parte (la mayor) de partículas de agua y otra de partículas de otras sustancias. En esta actividad caracterizaremos las propiedades especiales del mar (océano), como una solución.

#### Parte A: ¿Cómo se disuelven los minerales (sales) en el océano?

**Instrumental de laboratorio y materiales:** 2 vasos de precipitados que contengan 100 mililitros de agua; un recipiente con polvo del mineral halita (sal de cocina) conocido como cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), un recipiente con mineral de yeso ( $\text{CaSO}_4$ ), 2 cucharitas.





## Experimento

### Desarrollo del experimento:

1. Prueben el agua antes de agregarle el cloruro de sodio, ¿Cómo definirían su sabor?
3. Agreguen una cucharadita rasa de cloruro de sodio al vaso con agua, revuelvan ligeramente, esperen unos segundos y observen si aparece un sedimento en el fondo del vaso. Repitan el proceso hasta que aparezca un sedimento en el fondo del vaso. Resuman sus hallazgos en una tabla como la que se encuentra a continuación.
4. En el otro vaso, agreguen una cucharadita rasa de mineral de yeso y revuelvan ligeramente, esperen unos segundos y observen si aparece un sedimento en el fondo del recipiente. Repitan el proceso hasta que aparezca un sedimento en el fondo del vaso. Resuman sus hallazgos en la siguiente tabla.

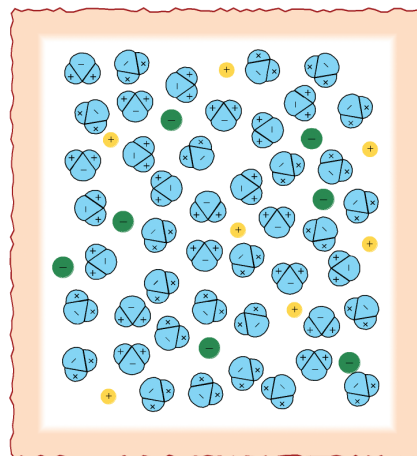


Número de cucharaditas	Formación de un sedimento de cloruro de sodio (sal de cocina) en el fondo del vaso	Formación de un sedimento de sulfato de calcio (yeso) en el fondo del vaso
1 cucharadita	si / no	si / no
2 cucharaditas	si / no	si / no
3 cucharaditas	si / no	si / no
4 cucharaditas	si / no	si / no
5 cucharaditas	si / no	si / no
6 cucharaditas	si / no	si / no



### Observación

1. ¿Cuántas cucharaditas rasas de cloruro de sodio se disolvieron en el agua hasta que se formó un sedimento?
2. ¿Cuántas cucharaditas de sulfato de calcio se disolvieron en el agua hasta que se formó un sedimento?
3. ¿Qué pasará, en su opinión, si agregan más cucharaditas de cloruro de sodio al agua?



*Solución acuosa (moléculas de agua + iones) vista a través de los lentes mágicos*



### Conclusión

¿Cuál de los dos minerales, la halita o el yeso, se disolvió mejor en el agua? Expliquen.

### Cómo se determina la concentración de una solución:

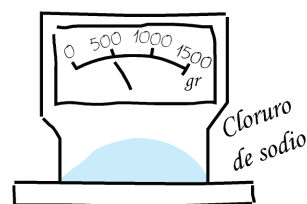
Se puede definir la concentración de la solución como la cantidad de sustancia (gramos) que se ha disuelto en un volumen definido de solución (litro). Por ejemplo: la concentración de cloruro de sodio en una solución saturada, a una temperatura de 20°C, es 357 gramos por litro.

Comparado con esto, la concentración del sulfato de calcio en una solución saturada a la misma temperatura (20°C) es de sólo dos gramos por litro. Es decir, que en cada litro de solución se encuentran disueltos únicamente 2 gramos de sulfato de calcio.



### Preguntas

1. ¿Qué ocurrirá si agregan 500 gramos de cloruro de sodio a un litro de agua?
2. ¿Cuál es para Ud. una concentración baja de cloruro de sodio en el agua y cuál una alta?







## *Ejercicio de investigación*

### Parte B: Un ejercicio detectivesco de investigación geo-hidrológica, o ¿Cómo se volvió salina el agua de mar?

Como todos sabemos, el agua de mar tiene actualmente un sabor salado. Sin embargo, en la época en la que se crearon los océanos en el planeta Tierra, el agua sobre la faz de la Tierra no tenía sal o, como solemos llamarla, era “agua dulce”. En esta actividad trataremos de entender cómo se salaron los océanos. En esta ocasión también nos uniremos al laboratorio del “Profesor Hidrólogus” y trataremos de examinar cómo se puede caracterizar el agua de mar.

#### Desarrollo de la actividad:

Sobre las charolas (bandejas) que se encuentra frente a ustedes encontrarán 5 tipos de rocas: piedra caliza, dolomita, tiza, sal y yeso. Recuerden que en el Anexo del libro se encuentran las tarjetas para identificar rocas y suelos. Las charolas tienen etiquetas que indican qué iones (partículas cargadas eléctricamente) aporta cada una de las cinco clases de rocas a la solución del agua de los océanos. El Profesor Hidrólogus nos envió una tabla que indica la concentración de iones que se encuentran disueltos en el agua de mar. Según él, con la ayuda de la tabla, las tarjetas y un poco de habilidad detectivesca, se pueden hacer corresponder a cada mineral los iones que aportan a la solución de agua de mar.

...No me es grato contarles, pero nuevamente en camino a la escuela se nos cayeron todas las etiquetas y tampoco esta vez tenemos idea de cuáles de las rocas son fuente de los minerales que se encuentran en el agua del mar.

Llamamos al laboratorio y conversamos con el Profesor Hidrólogus y también en esta ocasión nos dijo que nosotros tenemos la suficiente capacidad para hacer corresponder las etiquetas con las rocas. Nos envió una tabla que contiene la concentración de iones que hay en el agua de mar. Nuevamente, según él, con la ayuda de la tabla, las tarjetas y un poco de habilidad se podrá resolver el misterio.

Entonces, adelante, a trabajar...

Iones que se encuentran en el agua del Mar Mediterráneo	Fórmula química	Concentración (gramos por litro)
Ion sodio	Na <sup>+</sup>	10.70
Ion magnesio	Mg <sup>2+</sup>	1.27
Ion calcio	Ca <sup>2+</sup>	0.40
Ion potasio	K <sup>+</sup>	0.40
Ion cloruro	Cl <sup>-</sup>	19.40
Ion sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1.42
Ion bromuro	Br <sup>-</sup>	0.07
Ion carbonato	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0.0142

**La misión:** Utilicen las tarjetas (que figuran en el Anexo del libro) para identificar las rocas y suelos así como la tabla previa y traten de hacer corresponder a cada mineral, los iones que aporta a la solución del agua de los océanos. Anótenlo en la siguiente tabla:

Iones que se encuentran en el agua de mar		Minerales compuestos por estos iones		Roca compuesta de este mineral	
Ion A	Ion B	Mineral	Compuesto mineral	Roca A	Roca B
Na	Cl	Halita	Cloruro de sodio NaCl		
		Calcita	Carbonato de calcio CaCO <sub>3</sub>		
		Yeso	Sulfato de calcio dihidratado CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O		
		Dolomita	Carbonato de calcio y magnesio CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		



### Información Adicional

El agua en el planeta Tierra se generó como resultado de las erupciones volcánicas, que arrojaron una gran cantidad de vapor de agua a la atmósfera de la Tierra. Este vapor de agua se enfrió, se condensó, cayó como agua de lluvia y se acumuló sobre la faz de la Tierra. Es decir, en un principio, toda el agua en el planeta Tierra era “agua dulce”.

Los científicos suponen que en una etapa más tardía, llegó agua al planeta Tierra cuando los cometas, que contenían hielo, se estrellaron contra la Tierra y grandes cantidades de agua se añadieron a ella. Desde entonces fluyen hacia los océanos aguas de escorrentía y agua proveniente de las aguas subterráneas. Estas aguas contienen iones, cuyo origen es la disolución de los minerales que componen las rocas y por lo tanto elevan la concentración de sales del agua de mar. De aquí concluimos que la composición del agua de mar y la concentración de sales en la misma, es el resultado de **la interacción entre la geosfera y la hidrósfera.**

### Actividad 5:

#### ¿Una solución en mi casa?

#### ¿Qué es una solución? – Generalización:

Hay sustancias que si se mezclan generan una solución, sin embargo existe una gran cantidad de líquidos que no se disuelven unos con otros (no se generan enlaces entre sus iones) y si tratamos de mezclarlos obtendremos dos capas separadas (por ejemplo: agua y aceite).

1. Preparen en casa otras soluciones de líquidos y sólidos que les sean familiares de la vida cotidiana y anoten sus propiedades en la tabla, tomando como base los ejemplos de la misma. Si no se generó una solución (una mezcla homogénea) indiquen esto en la tabla que figura en la página siguiente.

La Solución	Partículas del Solvente	Partículas del Solute	Propiedades de la Solución
1. Mezcla de agua y aceite	Agua	Aceite	No se creó una solución. Se generaron dos capas separadas de agua y aceite.
2. Lejía (Solución para limpieza y desinfección)	Agua	Hipoclorito de sodio	Color verde-amarillento, olor fuerte característico del cloro.
3. Paracetamol® líquido (Solución analgésica y antitérmica)	Agua	Paracetamol® (acetoaminofen)	Color vino, solución viscosa, olor característico.
4.			
5.			

2. Escriban, por lo menos, dos características de una solución.
3. En la actividad anterior definimos el término “concentración”. Expliquen en dos oraciones qué es la concentración de una solución.

Nombre del Producto	Función del producto	Grado de concentración	Unidades en las que se indica esta concentración
Ejemplo: “Burbujas”	Detergente para lavar utensilios.	18% de sustancia activa	Gramos de sustancia activa en un litro de detergente

4. En su opinión, ¿Por qué es importante conocer la concentración de una solución?

**Pista:** En la vida cotidiana utilizamos muchas sustancias que de hecho son soluciones. Por ejemplo: medicinas, materiales de limpieza, concentrados de diversos alimentos e incluso, insecticidas.

## Actividad 6:

### ¿Qué influye en la solubilidad?

En esta actividad conoceremos las propiedades especiales de las soluciones acuosas y trataremos de comprender por qué el agua es el líquido más común en el planeta Tierra.



#### Experimento

#### Parte A: Desarrollo del experimento

Sobre la mesa se encuentran cinco probetas graduadas de 100 mililitros, un recipiente cerrado que contiene alcohol de 90% y otro recipiente cerrado que contiene agua bidestilada (prácticamente  $H_2O$  pura).



#### Observación

1. Viertan exactamente 40 mililitros de agua bidestilada (prácticamente  $H_2O$  pura) a la probeta graduada número 1.
2. Viertan exactamente 40 mililitros de alcohol a la probeta graduada número 2.

**Inferencia:** ¿Cuál será el volumen final del líquido en una probeta graduada (por ejemplo, la número 3), si vierten todo el contenido de las dos primeras probetas (el agua y el alcohol) a dicha probeta vacía? (señalen con un círculo su respuesta).

80 mililitros

un poco más de 80 mililitros

un poco menos de 80 mililitros



3. Viertan ahora el contenido de las dos primeras probetas (el agua y el alcohol) a la probeta graduada número 3. Anoten el volumen del líquido que obtuvieron en mililitros en uno de los recuadros de la tabla.

Agreguen los resultados que obtuvieron respecto al volumen del líquido en la tercera probeta, de otros cuatro grupos de la clase.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Promedio:



### Conclusión

El experimento **¿fortaleció o refutó su inferencia?**

## Parte B – Desarrollo del experimento

1. Viertan exactamente 40 mililitros de alcohol a la probeta graduada número 4.  
¿Baja el nivel del alcohol de la probeta en un minuto?  
Viertan exactamente 40 mililitros de agua bidestilada a la probeta graduada número 5.  
¿Baja el nivel del agua bidestilada de la probeta en un minuto?
2. ¿Cómo les ayuda esta observación a explicar el resultado del experimento?
3. Si tienen en su poder los “lentes mágicos”, a través de los cuales se pueden ver las partículas del agua y las partículas del alcohol, ¿Cómo imaginarían que es el proceso que se llevó a cabo en este experimento? Traten de dibujarlo.

Probeta No. 1 Agua bidestilada	Probeta No. 2 Alcohol	Probeta No. 3 Agua con alcohol



**Trataremos de sintetizar el proceso que se llevó a cabo en la probeta graduada número 3.**

Indiquen en cada enunciado **si éste describe** una observación, una conclusión, información adicional o una hipótesis (señalen con un círculo su respuesta).

1. Al principio, el volumen del líquido de la probeta graduada número 1 era de 40 mililitros y el volumen de la probeta graduada número 2 era también de 40 mililitros. Después que se vaciaron los dos líquidos en la probeta graduada número 3, encontraron que el volumen de la probeta número 3 era menor a 80 mililitros.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

2. Cuando vertieron 40 mililitros de alcohol a la probeta graduada número 4, observaron que el nivel del agua en la probeta no bajó durante medio minuto.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

3. Cuando vertieron 40 mililitros de agua en la probeta graduada número 5, observaron que el nivel del agua en la probeta no bajó durante medio minuto.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

4. El volumen que obtuvieron en la probeta graduada número 3 es menor a 80 mililitros y éste no es resultado de la evaporación de las partículas de alcohol.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

5. La densidad de las partículas del agua y del alcohol, cuando están mezcladas, es mayor que la densidad de las partículas del alcohol y de las partículas del agua cuando están separadas.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

6. Debido a la fuerza de atracción se generaron enlaces entre las partículas del agua y del alcohol. Esta fuerza de atracción generó un acercamiento de las partículas, como así también una mayor organización de las mismas, resultando en una mayor densidad\* en comparación con su situación cuando estaban separadas.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

7. Entre las moléculas del agua y las moléculas del alcohol hay un vacío.

Observación / conclusión / información adicional / hipótesis

\* La **densidad** se refiere a la cantidad de masa por unidad de volumen, por ejemplo, g.litro<sup>-1</sup>.



Aunque del experimento que llevaron a cabo no se puede llegar a conclusiones con respecto a la existencia de enlaces, sino sólo a conjeturas, esta hipótesis fue verificada científicamente y por lo tanto podemos aseverar que sí se forman enlaces entre las partículas del agua y del alcohol.

El líquido que se obtuvo en la probeta graduada número 3, se conoce como **solución** y el proceso que se desarrolló en este experimento se conoce como **disolución**. En el proceso de disolución se dispersaron las partículas de alcohol entre las partículas de agua y se creó una solución de agua y alcohol.



### *Pensando Científicamente*

1. En muchas investigaciones científicas se trata de responder a los interrogantes que plantea la investigación.

¿Cuál es el interrogante de la investigación en este experimento?

2. En un experimento científico se examina cómo reacciona el sistema a los cambios.

¿Cuál es el cambio que realizaron en este experimento en las probetas de alcohol y agua para responder al interrogante de la investigación?

En un experimento científico se examina cómo una variable influye sobre otra variable. Por ejemplo, en el experimento que acaban de realizar, la variable que ejerce influencia (la independiente) es la mezcla de alcohol y agua y la variable sobre la que se ejerce influencia (la dependiente) es la densidad del alcohol y del agua.

3. En todo experimento científico se desea comprobar si la observación que se hizo, es ocasionada únicamente por el cambio producido en la variable analizada y no por otros factores. El componente de la investigación, cuya función es ayudarnos en lo anterior se denomina **control o testigo**.

Por ejemplo: en el experimento que llevaron a cabo una parte de los alumnos, supusieron que la disminución en el nivel del agua fue ocasionada por la evaporación del alcohol o del agua que se encontraba en las probetas durante el experimento y no por la fuerza de atracción entre ambos compuestos.

¿Cuál de las cinco probetas graduadas es la probeta control?

4. En todo experimento científico se desea comprobar que la observación que se hizo es exacta y que por lo tanto se puede llegar a conclusiones confiables.

Los factores que influyen en la confiabilidad de la observación son:

**Error en la medición** - por ejemplo, en el experimento hubo especial necesidad de cuidar la exactitud de la medición. Agregaron 40 mililitros de alcohol y 40 mililitros de agua a una probeta graduada. Si por error hubieran agregado un mililitro de más a cada una de las probetas no hubieran obtenido los mismos resultados y, por lo tanto, no hubieran llegado a las mismas conclusiones.

**Cantidad de observaciones** (repeticiones) - para verificar que los resultados del experimento son exactos, se suelen llevar a cabo, por lo menos, tres observaciones por cada experimento. En los resultados se presenta el promedio de todas las observaciones. Expliquen por qué.

5. El experimento que llevaron a cabo en la clase, ¿es confiable en términos científicos?

Frecuentemente en una clase cada grupo lleva a cabo un experimento, de forma tal que se realizan cinco a seis repeticiones del experimento. En ese caso, en base a un promedio grupal, se puede llegar a conclusiones confiables.



*Organización  
del Conocimiento*

### ¿Qué influyó en la solubilidad?

En la actividad anterior aprendimos qué determina que ciertas partículas se disuelvan unas con otras.

En la columna de la izquierda aparecen variables que influyen sobre la solubilidad de sustancias en la naturaleza y en la vida cotidiana. En la columna de la derecha encontrarán las observaciones que llevaron a cabo, así como las conclusiones a las que arribaron hasta ahora.

Hagan corresponder la variable que ejerce influencia en la solubilidad, con la observación o conclusión que es afectada por esta variable. Es posible que a cada variable le corresponda más de una observación o conclusión. Hagan corresponder en su cuaderno la letra con el número.

Variable que ejerce influencia	Observación o conclusión que demuestra esta variable
1. Tipo de partículas: como pudimos observar, no todas las partículas se disuelven unas con las otras. Propiedades de las sustancias que influyen en la solubilidad de las mismas.	A. En la solución de agua de mar hay una gran cantidad de iones rodeados de moléculas de agua, por ejemplo: iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ), iones de magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).
	B. La densidad de las partículas de agua y alcohol, cuando se encuentran mezcladas, es mayor que la densidad de las partículas de agua y de las partículas de alcohol cuando están separadas.
	C. La concentración del cloruro de sodio en una solución saturada, a una temperatura de $20^\circ\text{C}$ , es de 357 gramos por litro. La concentración del sulfato de calcio en una solución saturada, a una temperatura de $20^\circ\text{C}$ , es de 2 gramos por litro.
2. Disposición de las partículas en la solución: las moléculas del solvente rodean a las moléculas del soluto.	D. Existen líquidos cuya mezcla genera una solución. Sin embargo existen muchos otros líquidos que no tienden a mezclarse uno con el otro (no se crean enlaces entre sus partículas) y cuando tratamos de mezclarlos sólo obtendremos dos capas separadas (por ejemplo; aceite y agua).





## LAS PROPIEDADES ESPECIALES DEL AGUA

### Actividad 1:

Demostración de las propiedades del agua mediante el método de aprendizaje que me resulta más adecuado



En las actividades anteriores caracterizamos al agua como un solvente. En esta actividad trataremos de comprender cuáles son las propiedades especiales de las moléculas del agua, que le permiten interactuar con un número muy grande de soluciones en la naturaleza y en la vida cotidiana.

En las próximas páginas encontrarán cinco actividades diferentes que se ocupan del aprendizaje de este tema, el de las propiedades de agua. Todas las actividades se ocupan del aprendizaje del mismo tema, sin embargo, cada una de éstas se basa en otro método de aprendizaje.

Deberán elegir el método de aprendizaje preferido por ustedes de acuerdo con las siguientes instrucciones:

**Forma de elección:** Marquen con una “x” cada enunciado con el que estén de acuerdo. El método de aprendizaje que acumule mayor número de “x” será, por lo tanto, el método que más se adapta a ustedes.



### Método de aprendizaje 1

- Hago muchas preguntas con respecto a la forma como funcionan las cosas. ☐
- Resuelvo rápidamente problemas aritméticos. ☐
- Me gusta la matemática. ☐
- Me gusta jugar ajedrez, damas chinas u otros juegos de estrategia. ☐
- Me gusta resolver adivinanzas lógicas u otro tipo de adivinanzas. ☐
- Me gusta ordenar las cosas por categorías o jerarquizar. ☐

**Puntaje Total** \_\_\_\_



## Método de aprendizaje 2

- Escribo mejor que el promedio de personas. ☐
- Me gusta crear historias o contar chistes y cuentos. ☐
- Disfruto de los juegos verbales. ☐
- Disfruto de la lectura. ☐
- Me gustan las rimas, los juegos de palabras, las expresiones formadas por homónimos, etc. ☐
- Me gusta escuchar emisiones orales (cuentos, programas hablados de radio, audio libros, etc.) ☐

**Puntaje Total** \_\_\_\_



## Método de aprendizaje 3

- Tengo la capacidad de detectar disonancias o un instrumento desafinado. ☐
- Recuerdo las melodías de canciones. ☐
- Toco un instrumento musical o canto en un coro u otro grupo vocal. ☐
- Tarareo en forma inconsciente. ☐
- Soy sensible a sonidos del ambiente (por ejemplo, el golpeteo de la lluvia sobre el techo). ☐
- Reacciono positivamente cuando escucho una obra musical. ☐

**Puntaje Total** \_\_\_\_



### Método de aprendizaje 4

- Leo mapas y gráficos mucho más fácil que textos. ☐
- Me gustan las actividades que tiene un carácter artístico. ☐
- Dibujo formas complejas en relación con mi edad. ☐
- Me gustan los rompecabezas, laberintos u otras actividades visuales similares. ☐
- Construyo estructuras tridimensionales relativamente interesantes (por ejemplo, estructuras tipo Lego®). ☐
- Disfruto más de imágenes que de textos durante la lectura. ☐

**Puntaje Total** \_\_\_\_



### Método de aprendizaje 5

- Me destaco en una o más actividades deportivas. ☐
- Me muevo, tamborileo o demuestro inquietud cuando me encuentro sentado por mucho tiempo en un mismo lugar. ☐
- Me gusta desarmar cosas y después volverlas a armar. ☐
- Me gusta tocar todas las cosas que veo. ☐
- Me gusta correr, brincar, luchar o realizar actividades similares. ☐

**Puntaje Total** \_\_\_\_



## Método de Aprendizaje 1: Moneda de 50 centavos de peso mexicano

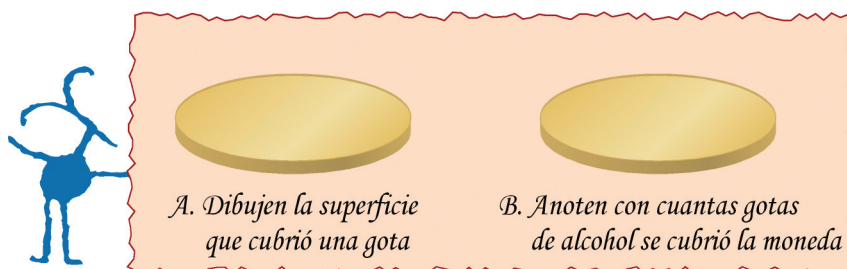
### Experimento 1: ¿Cuántas gotas de agua cubren una moneda de 50 centavos?



Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: un gotero, 3 monedas de 50 centavos; un recipiente con agua destilada.

### Desarrollo del experimento:

1. Infieran cuántas gotas de agua cubrirán una moneda de 50 centavos. Preparen una tabla de “pronósticos” de su grupo de trabajo y calculen el promedio. Número de miembros del grupo: \_\_\_\_\_, promedio del pronóstico: \_\_\_\_\_ gotas.
2. Hagan gotear agua con el gotero sobre la moneda y anoten los resultados en la ilustración de abajo.



### Conclusión

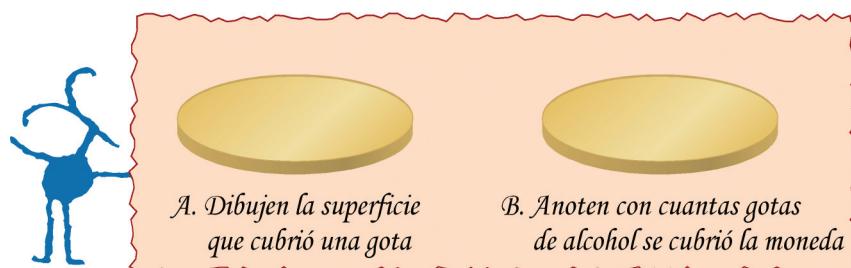
Comparen el resultado con el promedio de su pronóstico. Si el resultado está lejano al promedio del pronóstico traten de suponer la causa.

### Experimento 2: ¿Cuántas gotas de alcohol cubren una moneda de 50 centavos?

Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: 1 gotero; 3 monedas de 50 centavos; 1 recipiente con alcohol de 90%.

### Desarrollo del experimento:

1. Infieran cuántas gotas de alcohol cubrirán una moneda de 50 centavos. Preparen una tabla de “pronósticos” de su grupo de trabajo y calculen el promedio. Número de miembros del grupo: \_\_\_\_\_, promedio del pronóstico: \_\_\_\_\_ gotas.
2. Hagan gotear alcohol con el gotero sobre la moneda y anoten los resultados en la ilustración de abajo.



### Conclusión

Comparen el resultado con el promedio de su pronóstico. Si el resultado está lejano al promedio del pronóstico traten de suponer la causa.

### Experimento 3: Influencia del jabón

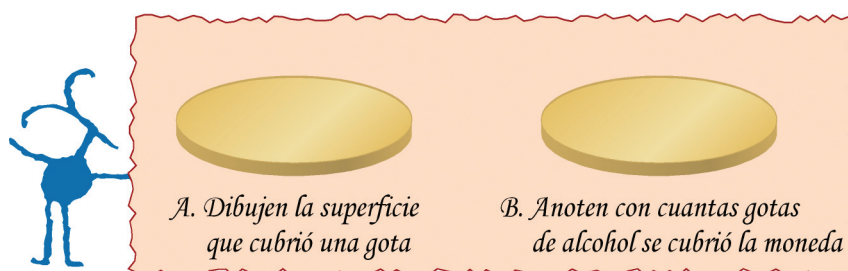
Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: una moneda de 50 centavos; un gotero; un recipiente con agua destilada; un poco de pasta de jabón para lavar vajilla o detergente.

### Desarrollo del experimento:

1. Unten en forma muy somera con su dedo pasta de jabón para lavar vajilla o detergente sobre la superficie de una moneda seca.
2. ¿Cuántas gotas de agua cubrirán una moneda de 50 centavos? Preparen una tabla de “pronósticos” de su grupo de trabajo y consideren el promedio. Número de miembros del grupo: \_\_\_\_\_, promedio del pronóstico: \_\_\_\_\_ gotas.



3. Hagan gotear agua con el gotero sobre la moneda y anoten los resultados en la ilustración de abajo.



### Conclusión

¿Cómo influye el jabón sobre el agua? Traten de colocarse los “lentes mágicos” y describir qué pasó.

Ahora pasen al experimento de la “regla mágica” que se encuentra en la página 140.



### Síntesis

1. Después de que llevaron a cabo todos los experimentos y leyeron la información sobre las propiedades del agua, ¿Cómo explican las propiedades especiales del agua?
2. ¡No olviden! Lean las explicaciones en las páginas 141-143 y traten de encontrar una explicación a las propiedades especiales del agua que descubrieron en esta actividad.



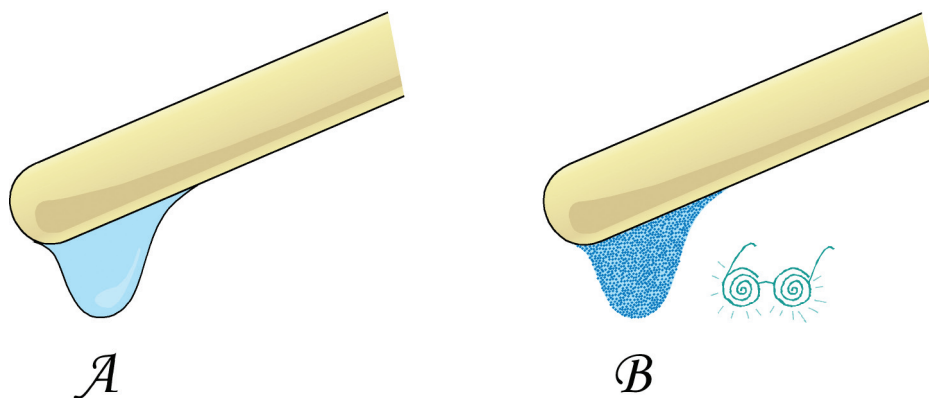


## Método de Aprendizaje 2:

### Experimento 1 - ¿Por qué el agua no se cae?

**El fenómeno:** En la ilustración “A” que se encuentra a continuación podemos observar un tubo de ensayo de vidrio, sobre el que está suspendida una pequeña gota de agua. La ilustración “B” presenta un dibujo imaginario, visto a través de los “lentes mágicos”, de las partículas que juntas constituyen la gota de agua.

De acuerdo con todas las suposiciones y reflexiones que presentamos hasta ahora, **una gota de agua es un líquido que está constituido por un número enorme de partículas**. Cada partícula diminuta de agua es un cuerpo con una masa. Y aunque esta masa es diminuta, no cambia la ley física conforme a la cual cada cuerpo es atraído por otro cuerpo. Debido a que la diminuta gota es atraída por un cuerpo grande – el planeta Tierra – era de esperarse que toda partícula de agua fuera atraída y cayera sobre la superficie de la Tierra.



### Desarrollo del experimento:

Lleven a cabo la observación descrita en la ilustración, con la ayuda del tubo de ensayo y el agua que se encuentran sobre la charola (bandeja).



### Hipótesis

¿Por qué todas las partículas de agua, que juntas conforman la gota, permanecen unidas entre sí? ¿Qué las retiene en contra de la atracción del planeta Tierra?



### Observación

## Experimento 2 – Agua “mágica”

En la ilustración se observa una mano que está reteniendo un racimo de fragmentos de magnetos. En el próximo experimento utilicen los materiales que se encuentran frente a ustedes.

1. Traten de separar los fragmentos de magnetos. ¿Qué los mantiene juntos en forma de racimo?



### Hipótesis

2. ¿Por qué los magnetos no se separan uno del otro y no se caen cada uno aparte sobre la faz del planeta Tierra, qué los está atrayendo?
3. ¿Puede el ejemplo del “racimo de magnetos” llevarnos a una propuesta de respuesta a la pregunta ¿por qué todas las partículas de agua, que juntas conforman la gota, permanecen unidas entre sí?



Ahora pasen al experimento la “regla mágica” que se encuentra en la página 140.



### Observación

## Experimento 3: ¿El agua tiene fuerza de atracción?!

Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: pedazos de papel, una regla de plástico, un pedazo de algodón.

### Desarrollo del experimento:

1. **Coloquen un pequeño pedazo de papel sobre la mesa. Si tocan el papel con el dedo seco, ¿Creen que se adherirá al dedo?**
2. Mojen con una gota de agua el extremo del dedo y toquen el papel mojado. ¿Se pegó en esta ocasión el papel al dedo?

3. ¿Cómo pueden explicar el fenómeno? (tomen como base el experimento de la “regla mágica”)
4. ¡No olviden! Lean las explicaciones en las páginas 141-143 y traten de encontrar la explicación sobre las propiedades especiales del agua que descubrieron en esta actividad.



### *Síntesis*

**Misión** - Expliquen, con sus palabras, las experiencias de una “partícula” de agua en una gota suspendida, ejemplificando las propiedades especiales del agua que aprendieron en los experimentos que llevaron a cabo y en la información que leyeron.



### Método de Aprendizaje 3:

#### Experimento 1 – Un dedo musical

Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: 2 copas de vino de cristal con bordes delgados; agua de la llave (grifo); aceite.



#### Desarrollo del experimento:

1. Mojen la punta de su dedo (yema) con agua. Pasen ahora el dedo sobre la parte superior de la copa ejerciendo una leve presión. Hagan varias vueltas rápidas y describan que efecto tuvo esta acción.



### *Hipótesis*

2. ¿Qué fue lo que ocasionó el fenómeno que generaron?
3. Mojen ahora la punta de su dedo con aceite y repitan el experimento ¿Lograron también en esta ocasión producir sonidos?

Ahora pasen al experimento de la “regla mágica” en la página 140.



### Síntesis

1. Preparen una breve presentación de música con la copa con agua.
2. Colóquense los “lentes mágicos” e imaginen lo que sucede entre el dedo, las partículas de agua y la copa. Escriban lo que se imaginaron y agreguen a las palabras ritmo musical de rap (golpeteo).
3. ¡No olviden! Lean las explicaciones en las páginas 141-143 y traten de encontrar una explicación para las propiedades especiales del agua que hayan descubierto en esta actividad.

Preparen una explicación exhaustiva para sus compañeros sobre las propiedades únicas del agua, de la forma como se manifestaron en los experimentos que llevaron a cabo.



### Método de Aprendizaje 4:

#### Experimento 1 – El pincel del pintor

Para este experimento necesitarán de los siguientes **materiales**: un pincel de pelo suave; papel para pintar; un vaso, agua de la llave (grifo), acuarelas y un lápiz.



### Síntesis

#### Desarrollo del experimento:

Sumerjan el pincel dentro de agua transparente.

Observación “a”: ¿Cómo se ven los pelos del pincel?

Hipótesis “a”: Expliquen este fenómeno.

#### Continuación del experimento:

Saquen el pincel del agua.

Observación “b”: ¿Cómo se ven ahora las cerdas del pincel?

Hipótesis “b”: ¿Cómo puede explicarse este fenómeno?



### Continuación del experimento:

Mojen el pincel con un poco de color y dibujen con el mismo. Traten ahora de dibujar con el pincel seco y con el pincel medio seco.

- A. ¿Por qué un poco de agua “adhiere” entre sí las cerdas del pincel?
- B. Las branquias de los peces se extienden en el agua y al sacar al pez del agua, estas se adhieren una con la otra.  
¿Qué significado tiene este fenómeno en la vida del pez?

Observación C: ¿Qué influencia ejerce la cantidad del agua, sobre la textura del dibujo?  
¿Cómo aprovecharán estas propiedades en el dibujo?



### Continúen dibujando para que su dibujo ejemplifique lo aprendido.

Ahora pasen al experimento de la “regla mágica” en la página 140.



*Síntesis*

### Misión:

1. Continúen pintando y háganlo con diferentes cantidades de agua.
2. Pónganse los “lentes mágicos” e imaginen lo que sucede con las cerdas del pincel. Construyan con plastilina y palillos un **modelo tri-dimensional** que ejemplifique el fenómeno.
3. ¡No olviden! Lean las explicaciones en las páginas 141-143 y traten de encontrar una explicación a las propiedades especiales del agua que descubrieron en esta actividad.
4. Preparen una explicación exhaustiva para sus compañeros acerca de las propiedades únicas del agua, de la forma como se manifestaron en los experimentos que llevaron a cabo hasta ahora.

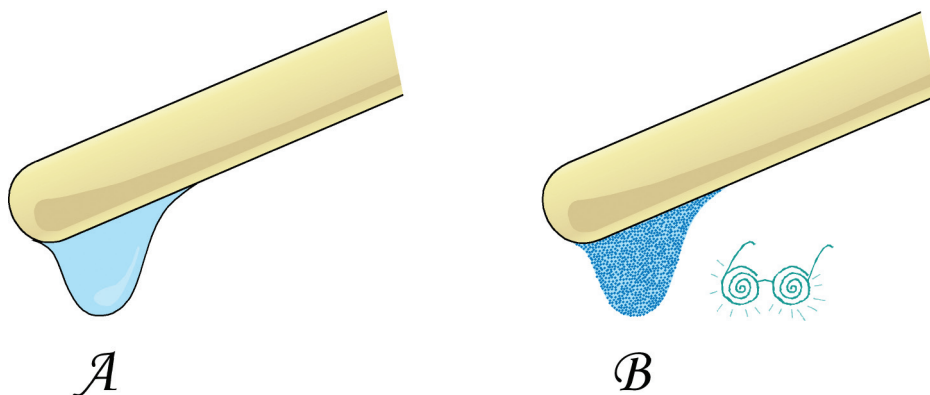




### Método de Aprendizaje 5:

**El fenómeno:** En la ilustración “A” que tienen frente a ustedes se aprecia un tubo de ensayo de vidrio, en el que se encuentra suspendida una pequeña gota de agua. La ilustración “B” presenta un dibujo imaginario, visto a través de los “lentes mágicos”, de las partículas que juntas conforman la gota de agua.

En base a todas las reflexiones e hipótesis a las que llegamos hasta ahora, **una gota de agua es un líquido conformado por un número enorme de partículas**. Cada una de las partículas minúsculas de agua es un compuesto con una **masa**. Aunque esta masa es minúscula, no cambia la ley física que manifiesta que cualquier cuerpo es atraído por otro cuerpo. Debido a que la minúscula gota es atraída por un cuerpo más grande – el planeta Tierra – se esperaría que todas las partículas del agua fueran atraídas por la Tierra y cayeran sobre la superficie de la misma.



### Hipótesis

¿Por qué todas las partículas del agua, que juntas conforman una gota, permanecen adheridas unas con las otras? ¿Qué las mantiene unidas en contra de la fuerza de atracción de la Tierra?

Ante ustedes unas imágenes de gotas de rocío. Una gran cantidad de seres vivos, como los insectos, beben el rocío de la mañana. ¿Por qué creen ustedes que las gotas de rocío son esféricas?

Ahora pasen al experimento de la “regla mágica” en la página 140.



### *Síntesis*

#### Misión A:

Traten de construir con plastilina y palillos un modelo tri-dimensional de las partículas de una gota de agua suspendida.

#### Misión B:

Hagan una representación en la que utilicen su cuerpo para demostrar lo que le sucede a la gota de agua.

#### Misión C:

¡No olviden! Lean las explicaciones en las páginas 141-143 y traten de encontrar una explicación a las propiedades especiales del agua que descubrieron en esta actividad.

Preparen una explicación exhaustiva para sus compañeros acerca de las propiedades únicas del agua, de la forma como se manifestaron en los experimentos que llevaron a cabo hasta ahora.



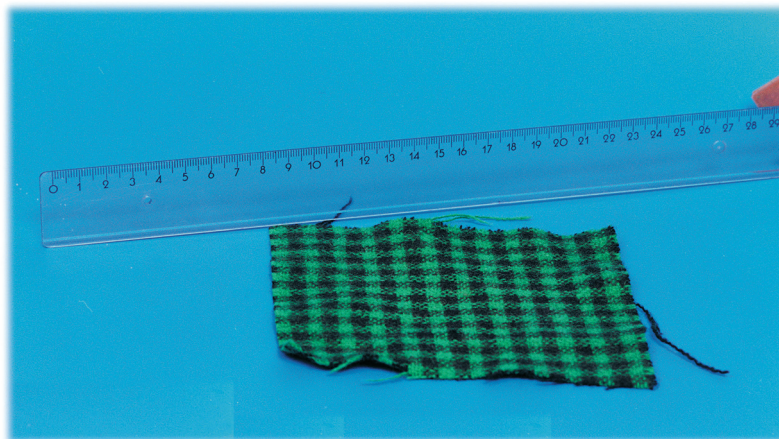


## Experimento

### La “Regla Mágica”

Seguramente Uds. ya han hecho en el pasado un experimento en el que frotan una regla de plástico sobre una tela de lana y como consecuencia de la fricción se pueden adherir a la misma pedacitos de papel (si este experimento no les resulta familiar están invitados a realizarlo).

La explicación de este fenómeno es que el frotamiento carga la regla seca con “electricidad estática”. Veamos cómo esta electricidad influye sobre el flujo del agua.



### Desarrollo del experimento:

1. Abran un poco una llave de agua hasta que el agua fluya con un caudal muy pequeño.
2. Carguen la regla con electricidad estática frotándola vigorosamente sobre un pedazo de tela.
3. Sostengan la regla cargada cerca del chorro de agua, pero no dentro del mismo.

Sinteticen sus descubrimientos de esta actividad de acuerdo a los componentes del pensamiento científico: observación, hipótesis, información adicional y conclusión.

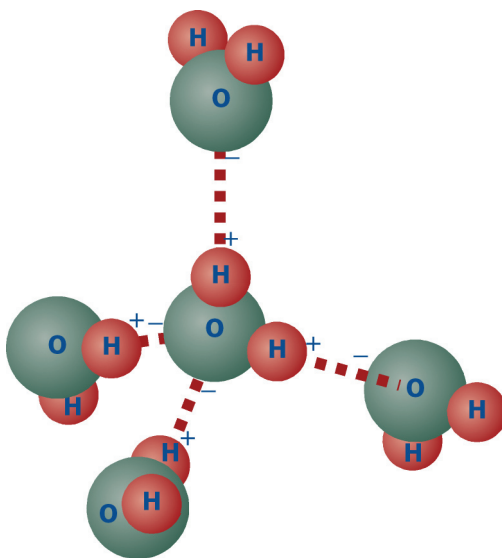




### Información Adicional

Si vemos a través de los “lentes mágicos” una gota de agua, advertiremos que el agua está compuesta por partículas minúsculas. Estas partículas minúsculas se conocen como moléculas. Cada molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. En el lenguaje de los químicos la fórmula del agua es  $H_2O$ . Una gota de agua contiene millones y millones de moléculas de agua.

La fórmula del agua ( $H_2O$ ) expresa una estructura que se representa esquemáticamente en la siguiente ilustración:



Como se puede apreciar en la ilustración, la molécula del agua es polar. Es decir, que los electrones en la molécula están más concentrados alrededor del átomo del oxígeno que de los átomos de hidrógeno. Esto da como resultado un polo negativo al lado del átomo de oxígeno y un polo positivo al lado de los átomos de hidrógeno. La ilustración de arriba nos muestra lo que sucede cuando un número de moléculas de agua se encuentran. En esta situación las cargas eléctricas provocan una interacción (fuerzas mutuas – atracción o rechazo) entre las moléculas y éstas se acomodan de tal manera, que el polo positivo de una partícula de agua se acerca hacia el polo negativo de otra partícula. Como resultado de la atracción recíproca entre la carga positiva del átomo de hidrógeno en una partícula y la carga negativa del átomo del oxígeno en otra partícula, se crean enlaces entre las moléculas del agua conocidos como “enlaces de hidrógeno”. Los “enlaces de hidrógeno” que se crean entre las moléculas polarizadas del agua son responsables de las propiedades “adhesivas” de las partículas del agua.



## Síntesis

### Síntesis de las actividades:

A continuación se presentan explicaciones a los experimentos que llevaron a cabo para comprender las propiedades especiales del agua. Anoten al lado de cada explicación a cuál experimento pertenece la explicación y a qué pregunta responde.

#### Explicación “a”:

El dedo no se mueve en forma uniforme sobre la superficie de la copa. Las fuerzas de atracción entre las partículas del agua y el cristal generan un brinco continuo en los bordes de cristal de la copa. Este brinco continuo genera una vibración y, por lo tanto, un sonido. De forma similar funciona el violín. El violinista aplica sobre las cerdas del arco del violín una resina que crea un “adhesivo” entre el arco y las cuerdas. El movimiento del arco genera una vibración y por lo tanto sonidos.

#### Explicación “b”:

Las fuerzas de atracción entre las partículas del agua se manifiestan también entre el dedo y el agua y entre el agua y el papel. El agua sirve como un “medio adhesivo” entre el papel y el dedo. Las propiedades “adhesivas” tienen su origen en la estructura de las partículas del agua. Lo que “adhiera” a las partículas de agua una con otra, son las fuerzas de atracción que se generan entre ellas. El agua es un material “adhesivo”, porque las partículas del agua se atraen fuertemente unas a otras y también atraen fuertemente a las partículas de los compuestos a los que el agua se “adhiera”.

#### Explicación “c”:

Entre las partículas del agua existen fuerzas de atracción. Si introducimos un pincel en el agua, las fuerzas de atracción entre las partículas del agua crean cuerpos de agua que penetran entre las cerdas y las separan. Si sacamos el pincel, el agua escurre del mismo como resultado de la fuerza de atracción de la Tierra. La pequeña cantidad de agua que permanece entre las cerdas del pincel crea una atracción entre el agua y las cerdas de forma tal que el agua funciona como un “medio adhesivo”.



### Explicación “d”:

Si hacemos gotear agua sobre una moneda ésta se hace esférica como una gota con altura y volumen y, debido a la fuerza de atracción entre las partículas, no se “esparce” sobre la superficie de la moneda. Otros líquidos, como el aceite, entre cuyas partículas no existen fuerzas de atracción grandes, se esparcen inmediatamente sobre la superficie de la moneda y no desarrollan la forma de una gota esférica.

### Explicación “e”:

Las fuerzas de atracción entre las partículas del agua son la explicación de la estructura esférica de las gotas de rocío. Como resultado de esta estructura, muchos insectos logran beber las gotas de rocío y pueden sobrevivir incluso en condiciones desérticas.

## Actividad 2:

### Agua congelada

En las actividades anteriores conocimos las propiedades especiales del agua como solvente. Sin embargo, el agua posee otras propiedades especiales las cuales tienen una gran influencia sobre el planeta Tierra en general y sobre la biosfera en particular. En la siguiente actividad conoceremos estas propiedades únicas del agua como sólido.



**La imagen que se encuentra frente a ustedes describe un lago en proceso avanzado de congelación. Este lago se encuentra en una zona climática en la que las temperaturas bajan en el invierno hasta 10° C bajo cero.**

1. ¿Qué les sucederá a los seres que viven en el lago en el transcurso del invierno? ¿Sobrevivirán a temperaturas tan bajas? Expliquen.
2. De donde se desprende que, a pesar de las bajas temperaturas, el lago no se congeló por completo, sino sólo en su parte superior. Traten de dar una explicación posible a este fenómeno.



### Experimento

## Experimento1: ¿Puede un sólido flotar en su propio líquido?

Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**: un cubo de hielo; un cubo de aceite de oliva congelado; un recipiente con 100 mililitros de agua; un recipiente con 100 mililitros de aceite de oliva.

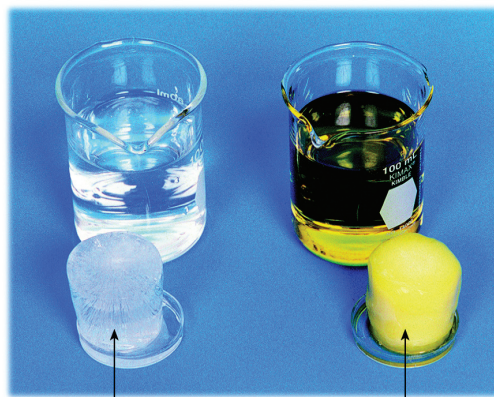
### Desarrollo del experimento:

1. Coloquen el cubo de hielo dentro del recipiente con agua en estado líquido.
2. Coloquen el cubo de aceite de oliva congelado en el recipiente que contiene aceite de oliva en estado líquido.



### Observación

1. ¿Qué le sucedió al cubo de hielo en el agua líquida?
2. ¿Qué le sucedió al cubo de aceite de oliva congelado dentro del aceite de oliva líquido?



Cubo de hielo

Cubo de aceite de oliva congelado



### Conclusión

1. ¿Cuál es su conclusión del experimento?
2. Traten de inferir qué fenómeno descubrieron en este experimento.



La mayoría de las sustancias en la naturaleza y en la vida cotidiana, se comportan de forma similar al aceite de oliva. Es decir que la sustancia que se encuentra en estado sólido, suele hundirse dentro de la misma sustancia que se encuentra en estado líquido. El agua es una sustancia inusual debido a que en estado sólido suele flotar sobre la sustancia en estado líquido. Por este comportamiento anormal este fenómeno se conoce como - anomalía del agua.



### Experimento

## Experimento 2: ¿Qué le sucede al volumen del agua si ésta se congela?

Para este experimento necesitarán los siguientes **materiales**; una botella de plástico pequeña con tapón; agua; congelador; hilo de coser.

### Desarrollo del experimento:

1. Llenen la botella por completo con agua y tápenla.
2. Midan el perímetro en el centro de la botella con la ayuda del hilo de coser y una regla. Anoten en su cuaderno cuál es el perímetro de la botella (en centímetros) con el agua líquida.
3. Coloquen la botella con agua en el congelador durante un día.
4. Midan nuevamente el perímetro, en el mismo lugar donde lo midieron anteriormente y anoten el perímetro de la botella con agua congelada. ¿Qué creen ustedes que sucederá si realizan el mismo experimento con una botella de vidrio?



### Conclusión

Conclusiones e hipótesis:

5. ¿Cuál es su conclusión del experimento?
6. Traten de explicar el fenómeno que descubrieron con este experimento.



### Síntesis

Como resultado de esta actividad traten de responder nuevamente a las dos preguntas referentes a la fotografía que aparece en la página 143.

- a. ¿Qué les sucederá a los seres vivos que viven en un lago congelado?
- b. ¿Qué le sucederá al agua en un lago congelado?

## Resulta interesante saber ¿Cómo puede haber vida en los lagos y mares congelados?

En esta actividad aprendieron que el agua en estado sólido ocupa un volumen mayor, en comparación con la misma cantidad de agua en estado líquido. El resultado es que en estado sólido el agua tiende a flotar sobre el agua que se encuentra en estado líquido.

Es difícil explicar el fenómeno debido a que es complejo y está influenciado por las propiedades del agua. En el proceso de congelación se generan enlaces entre las moléculas del agua dando lugar a una estructura ordenada. En esta estructura las moléculas del agua se encuentran más separadas y, por lo tanto, ocupan un mayor volumen en comparación con las mismas cuando se encuentran en estado líquido. Esta propiedad anómala del agua tiene gran importancia en la naturaleza, en las zonas frías que se encuentran sobre la faz de la Tierra. En el invierno, el agua en el punto de congelamiento es menos densa (las moléculas están más separadas) y por lo tanto es más liviana y “flota” hacia arriba. La capa superior del agua es la primera en congelarse, y debido a que el hielo sólido es más ligero que el agua líquida, permanece flotando sobre el agua y crea una capa aislante que impide que el agua líquida de las profundidades se congele. El resultado es que las criaturas acuáticas pueden seguir viviendo bajo la capa de hielo.

Si el agua fuera como las demás sustancias, la densidad en estado sólido sería mayor que en estado líquido y entonces cada vez que la capa superior de agua se congelara, se hundiría hacia el fondo del mar o del lago. Este proceso daría como resultado el congelamiento de toda el agua y la posible muerte de las criaturas acuáticas que viven en ese medio.







### *Organización del Conocimiento*

1. Elijan una de las cinco formas siguientes para organizar los conocimientos que adquirieron con respecto a las propiedades especiales del agua o de los fenómenos naturales y de la vida cotidiana en los que el agua juega un papel central:
  - a. Cuento.
  - b. Dibujo.
  - c. Presentación en “Power Point”®
  - d. Mapa de conceptos (ideas).



### *Información Adicional*

## Formación de nubes



El proceso de formación de nubes es una etapa importante en el ciclo del agua. Para que ocurra se requiere en la atmósfera la presencia de:

1. agua,
2. partículas de polvo, que actúen como núcleos de condensación,
3. cambios de temperatura o de presión.

¿Cómo se forma una nube?

Deben ocurrir los siguientes procesos:

1. Evaporación del agua. Al calentar el sol una superficie húmeda o un espejo de agua, ésta se evapora (pasa del estado líquido al estado gaseoso).
2. Ascenso del agua. El vapor de agua asciende en la atmósfera conducido por las corrientes de aire termales (ascendentes).
3. Condensación del agua. El vapor de agua se condensa (pasa del estado de vapor al estado líquido o sólido) a diversas alturas, en función de los cambios de temperatura y de presión que ocurren (descenso), dando origen a los diferentes tipos de nubes.

En el siguiente sitio de Internet podrán ver un video de libre acceso (en Inglés) que les permitirá comprender mejor este proceso:

<http://www.youtube.com/watch?v=uoHCMGBgIFQ>