



Año Internacional de la  
**QUIMICA**  
2011

**Experimento mundial para el  
Año Internacional de la Química**

**El agua: una solución química**

**CUADERNO DE EJERCICIOS  
PARA ESTUDIANTE**



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



International Union of  
Pure and Applied  
Chemistry

Partners for the International Year of Chemistry 2011



---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Experimento mundial para el Año Internacional de la Química

# El pH de nuestro planeta

(Pruebas de pH con aguas de distinta procedencia)

---

### Instrucción para Estudiante

#### Descripción del experimento

Los estudiantes, trabajando en pequeños grupos (de 4 a 6 estudiantes, o en parejas si su número lo permite), medirán el pH de una muestra de agua de procedencia local (agua dulce, salada, de estuario, de mar, etc.). Cada grupo utilizará un kit de experimentos en pequeña escala sobre las aguas del mundo. Los resultados serán analizados, y enviados después a la base mundial de datos experimentales del Año Internacional de la Química.

Inmediatamente antes de realizar el ejercicio, se utilizará el termómetro del kit de recursos escolares para medir la temperatura de la muestra de agua. El valor obtenido se registrará en la hoja de resultados.

El ejercicio sobre el pH consta de los pasos siguientes:

- Se obtiene una muestra de agua natural de una fuente identificable.

Seguidamente, para averiguar el pH de la muestra:

- Se miden volúmenes de 2 ml del agua de la muestra en los pozos grandes de la caja de material surtido.
- Se añaden a la muestra algunas gotas de un indicador de color, y se deducen los valores del pH mediante una tabla de colores específica para cada indicador.

Por último:

- Se analizan los datos y se comunican los resultados a la base mundial de datos experimentales.

#### Material necesario para el ejercicio del pH

##### Se necesitará:

- 1 x muestra de agua de procedencia local; por ejemplo, agua salada, dulce, de estuario o de mar (100 – 250 ml)
- Agua corriente de casa (para lavar los instrumentos)
- Rotulador normal o de tinta permanente (para marcar las pipetas)
- Una hoja de papel blanco



Año Internacional de la  
**QUIMICA**  
2011

---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

### El kit de experimentos en pequeña escala sobre las aguas del mundo contiene:

- 1 x caja de material surtido
- 1 x jeringa de plástico de 2 ml
- 2 x pipetas (para los indicadores)
- 1 x microespátula de plástico por cada muestra de agua (para agitar)

### Componentes y sustancias químicas incluidos en el kit de recursos escolares

- Un termómetro - PÍDESELO A TU PROFESOR
- Solución indicadora de bromotimol azul - PÍDESELA A TU PROFESOR
- Solución indicadora de m-cresol púrpura - PÍDESELA A TU PROFESOR
- Tablas de colores para los indicadores de bromotimol y de m-cresol - PÍDESELAS A TU PROFESOR

### Precauciones de seguridad

**El agua utilizada para esta actividad no es potable. Evite el contacto directo con las muestras de agua y los indicadores de color. Lávese las manos con agua y jabón al termina resta actividad.**

### Pruebas de pH en una muestra de agua utilizando un indicador de bromotimol azul

1. Antes de comenzar, asegúrate de que todo tu equipo está limpio y seco. Si hubiera algún residuo en los pozos de la caja de material surtido o en la jeringa, la muestra de agua podría estar contaminada, y los resultados del pH podrían resultar alterados.
2. Utiliza el termómetro del kit de recursos escolares para medir y registrar la temperatura de la muestra.
3. Coloca la caja de material surtido sobre la hoja de papel blanco para apreciar mejor los colores del indicador.
4. Utiliza la jeringa, limpia y seca, para extraer 2 ml de la muestra de agua del recipiente.
5. Añade los 2 ml de agua de la jeringa a uno de los pozos grandes de la caja de material surtido; por ejemplo, el F1.
6. Repite los pasos 4 y 5 dos veces más, añadiendo ahora las muestras de agua a los pozos F2 y F3.
7. Utiliza un rotulador normal o de tinta permanente para marcar la base de una pipeta limpia con la abreviatura "**BTA**" (**bromotimol azul**).
8. Llena la pipeta con la solución indicadora de bromotimol azul. Añade con cuidado tres gotas de esa solución a cada uno de los pozos F1, F2 y F3 que contienen tus muestras de agua. Las gotas deberán ser de igual tamaño.



---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

**CONSEJO:** Puedes compartir el indicador con uno o varios grupos, ya que sólo necesitarás tres gotas cada vez.

9. Agita las muestras en cada pozo con una microespátula limpia hasta mezclar completamente su contenido.
10. Utiliza la tabla de colores del bromotimol azul para estimar el pH de la muestra de agua en cada uno de los pozos F1 a F3. Registra cada resultado, con un decimal, en la hoja de resultados de los estudiantes. Determina el pH promedio de tu muestra.

### Prueba del pH de una muestra de agua utilizando un indicador de m-cresol púrpura (sólo para muestras de $\text{pH} \geq 7,6$ )

1. Si el bromotimol azul indica que el pH de tu muestra es 7,6 o mayor, deberás repetir el procedimiento, utilizando esta vez el indicador de m-cresol púrpura.
2. Utilizando la jeringa, añade 2 ml de tu misma muestra a los pozos F4, F5 y F6.
3. Utiliza el rotulador para marcar otra pipeta limpia. Escribe esta vez la abreviatura "mCP" (*m-cresol púrpura*).
4. Llena la pipeta con la solución indicadora de m-cresol púrpura. Añade tres gotas de solución iguales a la muestra de cada pozo. (Recuerda compartir el indicador con otros grupos).
5. Remueve el contenido de los pozos con una microespátula limpia. (No utilices la misma microespátula que hayas utilizado para añadir el bromotimol azul, al menos que la hayas limpiado y secado cuidadosamente).
6. Mediante la tabla de colores del m-cresol púrpura, estima el pH de la muestra en cada uno de los pozos F4 a F6. Registra cada resultado en la hoja de resultados de los estudiantes, como en el ejercicio anterior. Averigua el pH promedio de tu muestra, con un decimal.

### Analiza y envía tus resultados

1. Decide cuál de las dos soluciones indicadoras mide más acertadamente el pH de tu muestra.
2. Incluye el resultado (promedio) que hayas seleccionado en la tabla de resultados de la clase.
3. Si toda la clase ha utilizado la misma muestra de agua, calcula el promedio de los resultados para el conjunto de la clase. El valor de pH que obtengas será el que enviarás a la base mundial de datos experimentales.
4. Si hay otros grupos que han hecho pruebas con otras muestras de agua, podrán enviarse también los valores promedios del pH de las distintas muestras a la base mundial de datos experimentales, siempre y cuando se identifique adecuadamente cada muestra.

**Lava con agua y seca todos los instrumentos que hayas utilizado, y vuelve a colocarlos en su sitio.**

**Lávate las manos con agua y jabón.**



INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

## Hoja de observaciones y resultados de los estudiantes sobre el ejercicio de pH

Confecciona una hoja de resultados para cada muestra de agua con la que  
hayas experimentado.

1. Complete el siguiente cuadro.

Fecha de toma de la muestra de agua	
Fecha de medición del pH	
Temperatura del agua en el momento de medir el pH	.....°C
Tipo de agua (de mar, de río, de estanque, de pantano, etc.)	
Describe el lugar en que has obtenido el agua	

2. Registra los valores del pH de tu muestra en la tabla siguiente.

<b>Numero De pozo</b>	<b>Valor del pH con el indicator de bromotimol azul</b>	<b>Valor del pH con el indicator de m- cresol purpura</b>	<b>Valor promedio del pH con el indicador mas acertado</b>



---

INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Experimento mundial para el Año Internacional de la Química

## Agua salada

---

### Instrucción para Estudiante

#### Descripción del experimento

La congelación y el deshielo del agua del mar, así como la evaporación y la precipitación sobre su superficie, afectan a la salinidad de los océanos. La fusión de los hielos marinos, el aumento de las lluvias y el aflujo de los ríos que desembocan en el océano disminuyen la salinidad del agua del mar. Cuanto más salada sea el agua, menos apta será para el consumo humano (es decir, su potabilidad será menor).

Cuando se evapora una solución salina, el vapor de agua pasa a la atmósfera y la solución resultante tendrá una mayor concentración de sustancias no volátiles (es decir, que no se evaporan). Cuando la evaporación es completa, se obtiene un depósito sólido. Cuando el agua es del mar, el depósito está formado por cristales de sal marina, compuestos principalmente por cloruro de sodio,  $\text{NaCl(s)}$  (95%).

Los estudiantes, en pequeños grupos (de 4 a 6 estudiantes, o en parejas si su número lo permite), utilizarán un volumen y una masa conocidos de una muestra de agua salada (o de una solución salina preparada). Se dejará evaporar completamente la muestra, y se pesará el sólido resultante. De ese modo, podrá calcularse la masa de sal contenida en la muestra después de la evaporación. Los estudiantes de mayor edad podrán calcular la densidad y la salinidad de la muestra.

Antes de emprender el ejercicio sobre el agua salada, utiliza el termómetro del kit sobre las aguas del mundo para medir la temperatura de la muestra, o del agua que utilices para la solución salina.

El ejercicio sobre el agua salada consta de los pasos siguientes:

1. Se prepara una muestra de agua salada (solución salina), O BIEN obtener una muestra de agua salada natural; por ejemplo, del mar.
2. Se averigua la masa de un volumen conocido (2 ml) de agua de la muestra.
3. Se evapora la muestra de agua salada.

Seguidamente, para averiguar la masa de sal contenida en la muestra o en la solución:

4. Se pesa la sal resultante de la evaporación, es decir, la masa de sal que estaba disuelta en la solución salina (alumnos pequeños y mayores).
5. Se calcula la densidad y, seguidamente, la salinidad de la muestra (alumnos mayores).



Año Internacional de la  
**QUIMICA**  
2011

---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Por último:

6. Se analizan los datos, y se envían los resultados a la base mundial de datos experimentales.

### Material necesario para el ejercicio sobre el agua salada

#### Se necesitará:

- 1 x muestra de 250 ml de agua de mar o de otra agua natural salada, O BIEN una solución salina preparada como se indica en la Parte 1 del procedimiento siguiente.
- Una taza de plástico o recipiente similar (con una capacidad de entre 200 y 250 ml)
- Agua corriente de casa (si se va a preparar una solución salina)

#### El kit sobre las aguas del mundo contiene:

- 1 x caja de Petri pequeña, con tapa
- Una cucharilla de plástico
- 1 x jeringa de plástico de 2 ml

#### Sustancia química del kit:

- Sal de mesa en bolsa de plástico (cloruro de sodio)

#### Componentes del kit de recursos escolares:

- Un termómetro - PÍDESELO A TU PROFESOR
- Una balanza digital de bolsillo (150 g) - PÍDESELA A TU PROFESOR

### Precauciones de seguridad

**El agua utilizada para esta actividad no es potable. Evite el contacto directo con las muestras de agua. Lávese las manos con agua y jabón al termina resta actividad.**

### Parte 1 - Procedimiento para preparar la muestra de agua salada

1. Si tienes ya una muestra de agua salada natural, no necesitarás preparar una solución salina. Te bastará con la muestra que hayas recogido.

**CONSEJO:** Procura usar la muestra de agua lo antes posible después de recogerla. Mide y registra la temperatura del agua en el momento de la toma.

2. Si no tienes una muestra de agua natural, tendrás que preparar una solución salina. Empieza llenando una taza de plástico o recipiente similar con aproximadamente 200 a 250 ml de agua corriente limpia. Mide y registra la temperatura del agua.
3. Añade una cucharadita rasa de sal del kit sobre las aguas del mundo, y agita la mezcla hasta que toda la sal esté disuelta.



---

INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

## **Parte 2 - Procedimiento para averiguar el volumen y la masa de la muestra de agua salada**

1. Enciende la balanza digital de bolsillo. Cuando veas aparecer en la pantalla la cifra "0,00", coloca en la balanza una caja de Petri limpia y vacía, sin su tapa, y péjala.
2. Anota la masa exacta de la placa vacía. Registra el dato en la hoja de observaciones y resultados del estudiante correspondiente a la muestra A.
3. Utilizando la jeringa, extrae de la taza 2 ml de solución salina. Añádela con cuidado a la caja de Petri, sin derramar líquido.
4. Pesa con cuidado la caja de Petri igual que antes en la balanza. Registra la masa exacta en la hoja de observaciones y resultados del estudiante.
5. Repite los pasos 1 a 4, esta vez con la tapa de la caja de Petri. Registra los resultados en la hoja de observaciones y resultados correspondientes a la muestra B.
6. Calcula la masa de agua utilizada de las muestras A y B, así como la masa promedia de la muestra de agua utilizada. Registra los resultados en la hoja de observaciones y resultados.

## **Parte 3 - Procedimiento para evaporar la muestra de agua salada y averiguar su contenido en sal**

1. Coloca la caja de Petri y su tapa en un lugar soleado y templado (por ejemplo, el antepecho de una ventana al sol), y déjala hasta que toda el agua se haya evaporado.
2. Observa el contenido de la caja de Petri y de su tapa, y anota tus averiguaciones en la hoja de observaciones y resultados del estudiante.
3. Como en el procedimiento anterior, determina la masa de la caja de Petri sin su tapa, y su contenido después de la evaporación. Repite el procedimiento con la tapa. Registra los dos valores en la hoja de resultados.
4. Calcula la masa de sal que ha quedado en la caja de Petri y en su tapa. Utiliza estos dos valores para calcular la masa promedia de sal de la muestra de agua. (Todas las edades).
5. Calcula la densidad (en g.cm<sup>-3</sup>) de la solución original a partir del promedio de la masa. (Alumnos mayores).
6. Averigua la salinidad de la muestra en g/kg. (Alumnos mayores).
7. Anota los resultados en la tabla de resultados de la clase.
8. Asegúrate de que la balanza está apagada, para que no se gasten las pilas.

**Lava con agua y seca todos los instrumentos que hayas utilizado, y colócalos en su sitio.**

**Lávate las manos con agua y jabón.**

**A ser posible, conserva la solución salina para el ejercicio del alambique solar.**



## Hoja de observaciones y resultados de los estudiantes para el ejercicio con agua salada

<b>Tipo de agua:</b> (marca lo que corresponda)	<b>Solución salina preparada con el kit sobre las aguas del mundo</b>	<b>Masa de agua salada natural</b>			
		<b>De estuario</b>	<b>De mar abierto</b>	<b>De mar interior</b>	<b>Otros</b>
<b>Situación del agua de origen</b> (cuando sea natural):					
<b>Fecha de toma de la muestra:</b>					
<b>Temperatura del agua:</b>					
<b>Condiciones meteorológicas</b>	Temperatura del aire .....°C Húmedo .....seco .....ventoso.....				

### Observaciones

¿Cuál es el contenido de la caja de Petri y de su tapa después de evaporarse toda el agua?

<b>Cálculo de la masa de sal disuelta</b>	<b>Muestra A</b>	<b>Muestra B</b>
<b>Masa de la caja de Petri vacía (g)</b>		
<b>Masa de la caja de Petri + la muestra de agua (g)</b>		
<b>Masa de la muestra de agua utilizada (g)</b>		
<b>Masa promedio de la muestra de agua utilizada (g)</b>		
<b>Masa de la caja de Petri después de la evaporación (g)</b>		
<b>Masa de sal disuelta en la muestra (g)</b>		
<b>Masa promedio de sal disuelta en la muestra (g)</b>		

### Cálculo de la densidad y salinidad de la solución salina (alumnos mayores)

<b>Densidad de la solución salina, en g.cm<sup>-3</sup></b>	
<b>Salinidad de la muestra (en g/kg)</b>	

\*Véanse en la página siguiente las fórmulas necesarias para calcular la densidad y la salinidad.



---

INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

### Cálculo de la densidad de la solución salina (en $\text{g}/\text{cm}^{-3}$ )

Hemos utilizado un volumen inicial de 2 ml de muestra, tanto para la caja de Petri como para su tapa. Por consiguiente, la masa promedio de sal disuelta que hemos registrado en la tabla corresponde a una muestra de 2 ml.

Para obtener la densidad hay que averiguar la masa de sal contenida en un 1 ml de muestra, es decir, dividirla por dos

$$\begin{aligned} \text{Densidad} &= \frac{\text{masa media del sal disuelta (g)}}{2 \text{ ml muestra de agua}} \\ &= \frac{\text{masa del sal disuelta (g)}}{1 \text{ ml muestra de agua}} \end{aligned}$$

$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$
---------------------------------

**Densidad de tu solución salina = \_\_\_\_\_  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$**

### Cálculo de la salinidad de la solución salina (en $\text{g}/\text{kg}$ )

$$\text{Salinidad} = \frac{\text{masa del sal disuelta (g)}}{\text{masa del muestra de agua (kg)}}$$

Has registrado la masa promedio, en gramos, de tu muestra de agua. Convierte ahora esa cantidad en kg, y calcula la salinidad de la muestra

**Salinidad de tu solución = \_\_\_\_\_  $\text{g}/\text{kg}$**



# **iFuera la suciedad, fuera los gérmenes!**

## **(Gracias al tratamiento del agua)**

---

### **Instrucción para Estudiante**

#### **Descripción del experimento**

La cloración del agua potable es una de las aplicaciones prácticas de la química en nuestra vida cotidiana. Pequeñas cantidades de cloro añadidas a grandes volúmenes de agua potable ayudan a destruir los gérmenes, y en particular las bacterias y virus que antiguamente causaban la muerte de miles de personas todos los años. En nuestros días, la adición de cloro al agua potable ha mejorado la salud pública en muchos lugares del mundo.

Los estudiantes, trabajando en grupos pequeños (de 4 a 6 estudiantes, o en parejas si su número lo permite), someterán a tratamiento aguas sucias de procedencia local. El experimento consistirá, como mínimo, en una de las principales etapas de tratamiento del agua: clarificación, y desinfección.

La **clarificación** es el proceso que permite limpiar de residuos sólidos el agua natural o desechada, y consta de cuatro etapas:

1. La **aireación**, que es el primer paso del tratamiento, y que consiste en añadir aire al agua. Con ello, los gases disueltos en el agua abandonan ésta, y el agua se enriquece en oxígeno, que ayudará a matar los gérmenes.
2. La **coagulación** es el proceso que hace que la suciedad y otras partículas sólidas flotantes se agrupen químicamente en flóculos (grumos de alumbre disuelto y sedimento), que pueden ser así eliminados del agua.
3. La **sedimentación** tiene lugar cuando la gravedad arrastra las partículas de floculo hasta el fondo del recipiente. Las plantas de tratamiento tienen lechos de sedimentación para recoger los flóculos que van cayendo al fondo, de modo que el agua limpia pueda ser retirada de la parte superior para continuar el proceso.
4. El **filtrado** mediante arena y guijarros elimina la mayoría de las impurezas que quedan en el agua después de la coagulación y la sedimentación.

La desinfección es el proceso aplicado para destruir los gérmenes del agua filtrada. En este ejercicio se utilizará un desinfectante de cloro para destruir químicamente los gérmenes (recomendado para estudiantes mayores, o como demostración para los más jóvenes).

Seguidamente, para obtener agua potable y limpia,

- Se **desinfecta** la muestra de agua con un desinfectante que contenga cloro.



## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Por último,

- Se **analizan** los datos y se envían los resultados por Internet a la base mundial de datos experimentales.

### Material necesario para la clarificación del agua

#### Se necesitará:

- 200 – 500 ml de agua natural "sucia". Puedes recogerla de un arroyo, de un estanque, de un río o de un pantano (o puedes añadir de 2 a 3 cucharaditas de polvo o barro a una taza de agua y agitarla suficientemente). No recojas agua "limpia"; deberá estar turbia.
- 1-2 cucharaditas de arena fina (granos de  $\pm 1$ mm), lavada y secada.
- 1-2 cucharaditas de arena gruesa (granos de 5 mm como máximo), lavada y secada.
- Un reloj con segundero o, mejor todavía, un cronómetro.

#### El kit sobre las aguas del mundo contiene:

- 2 frascos con tapa, para la toma de muestras
- 2 x jeringas de plástico desechables de 2,5 ml
- caja de material surtido
- un soporte pequeño, en cruz
- un trocito de algodón
- 1 microespátula
- 2 pipetas
- una cucharilla de plástico

#### Sustancia química del kit:

- Cristales de alumbre (sulfato de aluminio y potasio) en bolsa de plástico.

### Precauciones de seguridad

**El agua utilizada para esta actividad no es potable. Evite el contacto directo con las muestras de agua, el alumbre y el desinfectante. Lávese las manos con agua y jabón al termina esta actividad.**

### Procedimiento de clarificación del agua

1. Sacude/agita la muestra de agua sucia. Vierte una cantidad suficiente de ella en uno de los frascos de muestra hasta llenar tres cuartos de su volumen. Describe el aspecto y el olor del agua en la hoja de observaciones del estudiante sobre la clarificación de agua.
2. Cubre el frasco con su tapa, y agítalo enérgicamente durante 30 segundos. Prosigue con el proceso de aireación vertiendo el agua en el segundo frasco de muestra y, a continuación, repitiendo el proceso en ambos sentidos unas diez veces. Cuando la aireación haya terminado, las burbujas deberán haber desaparecido.



Año Internacional de la  
**QUIMICA**  
2011

---

INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

- 3.** Con el extremo fino de la microespátula, añade un cristal grande (o dos pequeños) de alumbre al agua aireada. Agita lentamente la mezcla durante cinco minutos con el extremo posterior de la cucharilla de plástico. Describe el aspecto y olor del agua en la hoja de observaciones de los estudiantes sobre la clarificación de agua.
- 4.** Deja reposar el agua en el frasco. Obsérvala a intervalos de cinco minutos, durante 10 minutos en total. Necesitarás esta muestra (agua + alumbre) para la etapa de filtrado.
- 5.** Anota lo que hayas observado: ¿qué aspecto tiene ahora el agua? Escribe tus observaciones en la hoja de observaciones del estudiante sobre la clarificación de agua.
- 6.** Fabrica ahora un filtro de arena con una de las jeringas desechables:
  - a.** Quítale el émbolo a una de las jeringas, y apártalo a un lado.
  - b.** Utiliza la caja de material surtido y el soporte pequeño para sostener la jeringa.
  - c.** Coloca un trocitos de algodón en el fondo de la jeringa. Deberás "aligerar" primero el algodón, para que la capa que insertas sea delgada. Si fuera demasiado gruesa, el filtro no sería eficaz. Coloca el algodón en el lugar deseado empujándolo suavemente con un lapicero.
  - d.** Utilizando el mango de la cucharilla, vierte la arena gruesa sobre el algodón hasta la línea graduada de 1,5 ml. No importa que haya huecos entre los granos de arena.
  - e.** Vierte la arena fina sobre la gruesa hasta llenar la jeringa, dejando libre un espacio de aproximadamente 1 mm en la parte superior. No es necesario que aprietes la arena.
  - f.** Limpia el filtro, añadiendo espacio y con cuidado agua potable limpia utilizando una pipeta. Desecha el agua que haya pasado por el filtro.
- 7.** Limpia el segundo frasco de muestra con agua potable limpia. Te servirá para recoger en él el agua filtrada.
- 8.** Cuando en el fondo del frasco, ahora con la mezcla de agua y alumbre, se haya depositado una gran cantidad de sedimento, utiliza una pipeta limpia para retirar parte de la mezcla situada bajo la superficie del líquido. Vierte la mezcla de agua y alumbre sobre el filtro de la jeringa. Procura no remover el sedimento. Filtra aproximadamente tres cuartas partes de la mezcla de agua y alumbre.
- 9.** Recoge el agua filtrada en el frasco de muestra limpio.
- 10.** Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Qué cambios observas en el aspecto y en el olor del agua?
- 11.** Conserva el agua filtrada para someterla a desinfección (si los alumnos son pequeños, de esta tarea se encargará el profesor).



## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

### Desinfección del agua

#### ¿Por qué es necesaria la desinfección?

El agua filtrada está ahora limpia de muchas partículas visibles, pero contiene muchos gérmenes vivos invisibles que pueden enfermar a las personas. Las plantas de tratamiento de agua utilizan frecuentemente cloro para destruir los gérmenes dañinos y las partículas pequeñas de materia orgánica. En esta parte del ejercicio mediremos el "cloro activo libre", es decir, la cantidad de cloro utilizada para destruir los gérmenes y la materia orgánica del agua. Las plantas de tratamiento de agua añaden el cloro suficiente para destruir los gérmenes, más una pequeña cantidad para neutralizar los gérmenes nuevos que aparezcan antes de que el agua llegue, por ejemplo, a tu casa. Esta pequeña cantidad adicional se denomina "cloro activo libre", y es posible detectarla utilizando tiras de prueba de cloro.

### Material necesario para la desinfección de agua

#### El agua filtrada en el proceso de clarificación del agua

##### Componentes del kit:

- Tiras de prueba de cloro y tabla de colores
- Una pipeta con una solución de hipoclorito de calcio
- 1x jeringa de plástico desechable de 2,5 ml
- Un reloj con segundero, o un cronómetro

**Advertencia:**  
**No beba el agua de este experimento**

##### Sustancia química:

- Una solución de hipoclorito de calcio (que recibirás de tu profesor en la pipeta)

### Procedimiento de desinfección del agua

(Basado en un ejercicio del Organismo de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, descrito en: [http://www.epa.gov/ogwdw000/kids/grades\\_4-8\\_water\\_filtration.html](http://www.epa.gov/ogwdw000/kids/grades_4-8_water_filtration.html))

1. Utilizando la jeringa, añade 2 ml del agua filtrada en el proceso anterior a uno de los pozos grandes de la caja de material surtido.
2. Sumerge en el líquido limpio una tira de prueba de cloro, y utiliza la tabla de colores para estimar la cantidad de "cloro activo libre" contenida en el líquido. Anota los resultados en la hoja de resultados del estudiante sobre la desinfección de agua.
3. Añade al líquido filtrado dos gotas de solución de hipoclorito de calcio, agita suavemente con una microespátula durante cinco segundos, y repite inmediatamente la lectura con la tira de prueba. Utiliza una tira de prueba nueva para cada medición de cloro. Registra los resultados. (Si no detectas cloro, pasa directamente a la etapa 5).
4. Espera 10 minutos SIN AÑADIR MÁS HIPOCLORITO DE CALCIO, y vuelve a anotar el nivel de cloro activo libre.
5. Si al cabo de 10 minutos has medido menos de 1 ppm de cloro activo libre (etapa 4), añade dos gotas más de hipoclorito de calcio, agita la mezcla y vuelve a medir el cloro activo libre. Espera 10 minutos, y mide nuevamente el cloro activo libre.
6. Repite la etapa 5, añadiendo dos gotas de hipoclorito de calcio de una sola vez hasta que la lectura del cloro activo libre indique, como mínimo, de 1 a 3 partes por millón 10 minutos después de haber añadido el cloro.



## Hoja de observaciones de los estudiantes sobre la clarificación de agua

1. Anota en la tabla siguiente los resultados obtenidos con el agua "sucia":

Fecha de toma de la muestra de agua	
Temperatura del agua en el momento de la toma	.....°C
Tipo de agua (de un estanque, un río, un arroyo o un pantano)	
Indica dónde has encontrado el agua	
Agua dulce, o de la desembocadura de un río (estuario)	
Aspecto y olor del agua "sucia" antes del tratamiento	

Describe el aspecto del agua:

<b>Inmediatamente</b> después de añadir el alumbre.	
<b>5 Minutos</b> después de añadir el alumbre	
<b>10 Minutos</b> después de añadir el al alumbre	

2. Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Han cambiado el aspecto y el olor del agua por efecto del tratamiento?
3. ¿Te parece que el agua tratada es ahora más apta para beber? Razona tu respuesta.



## Hoja de resultados de los estudiantes sobre la desinfección de agua

Fecha de toma de la muestra de agua	
Temperatura del agua en el momento de la toma	.....°C
Tipo de agua (de un estanque, un río, un arroyo o un pantano)	
Indica dónde has encontrado el agua	
Agua dulce o de estuario	

Tabla de observación sobre el cloro disponible sin combinar  
(Utiliza una tabla para cada muestra de agua)

Agua filtrada/número total de gotas de desinfectante añadidas	Cloro activo libre		
	SÍ/NO	Color de la tira de prueba de cloro	Cloro activo libre /partes por millón
Sin desinfección			
+2 gotas de desinfectante			
+2 gotas de desinfectante 10 minutos de espera			
+4 gotas en total			
+4 gotas en total 10 minutos de espera			
+6 gotas en total			
+ 6 gotas en total 10 minutos de espera			

¿Crees que el agua que has tratado es ya potable? Razona tu respuesta.



Experimento mundial para el Año Internacional de la Química

## La gran potencia del Sol → El agua limpia

(Diseño y construcción de un alambique solar)

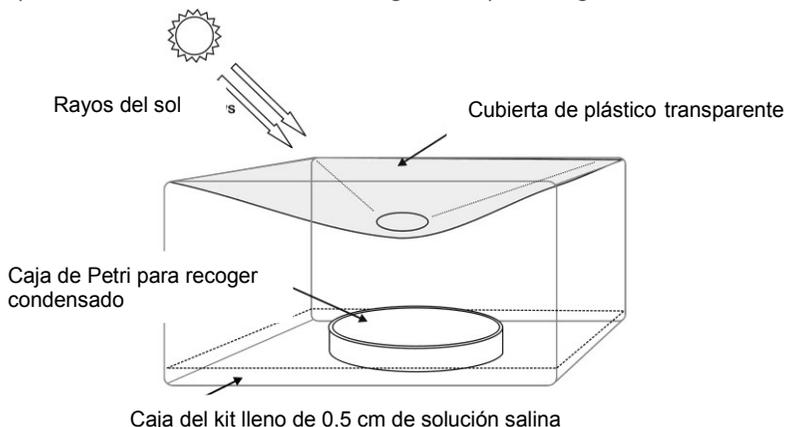
### Instrucción para Estudiante

#### Descripción del experimento

El agua es la única sustancia que está presente en la naturaleza en sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso. La Tierra está expuesta al Sol, del que obtiene la energía que utiliza para sus necesidades. El calor del Sol convierte el hielo en agua líquida y evapora ésta en forma de vapor, que puede pasar a la atmósfera y formar nubes. La evaporación, seguida de la recogida y condensación del vapor, es uno de los procedimientos recomendados para recuperar agua purificada. Permite separar eficazmente el agua de las sustancias no volátiles disueltas, y ayuda a la desinfección, ya que elimina también los microorganismos. El procedimiento puede consistir en la destilación mediante calor artificial, pero hay también soluciones respetuosas con el medio ambiente; por ejemplo, los alambiques solares. Éstos pueden estar hechos con material de uso corriente, o pueden ser aparatos más profesionales.

Para este ejercicio los estudiantes utilizarán una solución salina, que podrá ser agua del mar o estuario más cercano, o una solución salina obtenida disolviendo sal de mesa en agua dulce, o agua natural contaminada. Construiremos un alambique solar simple utilizando elementos del kit sobre las aguas del mundo, que los estudiantes utilizarán para evaporar el agua, condensar su vapor y recoger después el agua desalinizada resultante.

El alambique solar lo construiremos con arreglo al esquema siguiente.





---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Es también posible utilizar otros modelos y materiales para construir un alambique solar, y tanto los estudiantes como los profesores podemos poner a prueba nuestro ingenio para tratar de encontrar diseños más eficaces.

Los estudiantes de mayor edad podrán, si lo desean, complementar el ejercicio midiendo los volúmenes de las muestras de agua antes y después del proceso de desalinización. A partir de esos datos, podrán calcular después el rendimiento del proceso.

Los estudiantes, trabajando en grupos pequeños (de 4 a 6 estudiantes, o en parejas si su número lo permite), construirán un alambique solar simple, que utilizarán para desalinizar una muestra de agua (obtenida de un mar cercano, o consistente en una solución salina o en una muestra de agua sucia). Cada grupo utilizará un kit sobre las aguas del mundo.

Antes de empezar con el ejercicio del alambique solar, utiliza el termómetro del kit sobre las aguas del mundo para medir la temperatura de la muestra de agua.

El ejercicio del alambique solar consta de los pasos siguientes:

1. Se recoge una muestra de agua del mar o de otro tipo de agua natural antes de empezar el ejercicio, O BIEN:

Se prepara una solución salina coloreada, utilizando sal de mesa y colorante alimentario o sulfato de cobre del kit sobre el agua en el mundo.

**CONSEJO:** La muestra salina (sin colorante alimentario ni sulfato de cobre) puede servir también para el ejercicio sobre el agua salada, de modo que te convendría apartar una pequeña cantidad.

2. Se construye un alambique solar con los componentes del kit sobre el agua en el mundo.

Después, para obtener agua potable limpia,

3. Se utiliza el alambique solar para evaporar el agua y recoger el vapor condensado, simplemente exponiéndolo a la luz directa del sol.

Por último:

4. Se analizan los datos, se estudian los resultados conseguidos y se sugieren ideas que permitan mejorar el alambique solar.
5. Se envían los resultados a la base mundial de datos experimentales.



Año Internacional de la  
**QUIMICA**  
2011

---

## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

### Material necesario para el ejercicio del alambique solar

#### Se necesitará:

- 1 x muestra de 250 ml de agua de mar, o de otro tipo de agua natural salina o sucia, o bien de una solución salina preparada como se indica en el procedimiento siguiente.
- una taza de plástico o recipiente similar (de 200 a 250 ml de capacidad)
- agua corriente de casa
- una regla
- una moneda o guijarro
- cinta adhesiva (opcional)

#### Componentes del kit sobre las aguas del mundo:

- 1 x caja de Petri
- 1 x microespátula
- una cucharilla
- un trocito de masilla adhesiva
- la lonchera del kit sobre las aguas del mundo
- un trozo de film transparente
- 2 x anillas de goma

#### Sustancias químicas del kit sobre las aguas del mundo:

- sal de mesa (es decir, cloruro de sodio)

#### Del kit de recursos escolares:

- cristales de sulfato de cobre (o cualquier colorante alimentario en polvo que quieras utilizar)
- un termómetro

### Precauciones de seguridad

**El agua utilizada para esta actividad no es potable. Evite el contacto directo con las muestras de agua. Lávese las manos con agua y jabón al termina resta actividad.**

### Procedimiento para preparar la muestra de agua salada

1. Si tienes ya una muestra de agua salada o de otro tipo de agua natural, no será necesario que prepares la solución salina. Utiliza directamente tu muestra en el alambique solar. Si la muestra está visiblemente sucia, utilízala sin añadir colorante alimentario.



## INSTRUCCIONES PARA EL KIT DE PEQUEÑA ESCALA SOBRE LAS AGUAS DEL MUNDO

Si está limpia, añade una microespátula rasa de colorante alimentario en polvo o cristales de sulfato de cobre hasta cubrir aproximadamente 200 – 250 ml de la muestra de agua, y agita después la mezcla con la cucharilla de plástico.

2. Procura utilizar la muestra de agua lo antes posible después de recogerla. Mide y registra la temperatura del agua en el momento de la toma.
3. Si no tienes una muestra de agua natural, necesitarás preparar una solución salina. Para ello, vierte en una taza de plástico o recipiente similar entre 200 y 250 ml de agua corriente de casa, limpia. Mide y registra la temperatura del agua.
4. Añade una cucharadita rasa de sal del kit sobre las aguas del mundo, y agita hasta que toda la sal se haya disuelto.
5. Con el extremo cuchara de una microespátula limpia, añade una espátula rasa de colorante alimentario o sulfato de cobre a la solución, y agita ésta hasta que el color sea el mismo en toda la solución.

## Procedimiento para construir el alambique solar

1. Saca todo el equipo de la lonchera y colócalo en un lugar seguro. Vierte con cuidado  $\frac{1}{2}$  cm aproximadamente de solución salina coloreada en la lonchera de plástico vacía (utiliza una regla para medir la altura de la solución en la lonchera).
2. Pega un trozo de masilla adhesivo a la parte inferior de una caja de Petri limpia. Coloca la caja de Petri en el centro de la solución, en la lonchera, y asegúrate de que la solución no salpique sobre la caja de Petri. Utiliza el adhesivo para pegar la caja de Petri al fondo de la lonchera.
3. Cubre la lonchera con el trozo de film transparente, sin tensarlo. Ajusta el plástico a los bordes de la lonchera para que no entre aire. (Puedes utilizar una o dos anillas de goma para mayor seguridad). La superficie del plástico no deberá estar tensa.
4. Deposita una moneda pequeña o un guijarro sobre el film transparente, hacia el centro de la caja de Petri. Si la moneda o el guijarro se mueven, puedes fijarlos en la posición correcta con cinta adhesiva. El plástico deberá estar abombado hacia abajo sobre el centro de la caja de Petri.

## Procedimiento de desalinización

1. Coloca con cuidado la lonchera en un lugar cálido y soleado, y déjala varias horas. Asegúrate de que la solución coloreada de la caja de Petri no se derrama mientras lo haces. Si tienes tiempo, comprueba la lonchera cada hora y anota lo que hayas observado.

**NOTA:** Lo ideal sería hacer esta prueba en un día cálido y soleado. Registra las condiciones atmosféricas en el momento en que efectúas el experimento.

2. Después de varias horas, retira cuidadosamente el film transparente.
3. Anota tu información en la hoja de observaciones del estudiante correspondiente a este ejercicio.

**Lava con agua y seca todo lo que hayas utilizado, y colócalo con cuidado de nuevo en su sitio.**

**Lávate las manos con agua y jabón.**



## Hoja de observación del estudiante para el ejercicio del alambique solar

**1.** Rellena los datos siguientes:

Fecha de toma de la muestra de agua	
Temperatura del agua en el momento de la toma	.....°C
Tipo de agua (de mar, solución salina preparada, de un pantano, etc.)	
Describe el lugar en que has obtenido el agua	
Describe el lugar en que has obtenido el agua	
Condiciones en que has conservado la muestra de agua desde su recogida hasta el momento del experimento	
Momento en que ha comenzado la desalinización	
Hora en que ha finalizado la desalinización	
Condiciones atmosféricas	temperatura del aire .....°C Húmedo .....Seco ..... Ventoso.....

1. ¿Qué es lo que observas en la caja de Petri después de la desalinización? (Sácala de la lonchera si necesitas ver bien lo que contiene).
2. ¿Qué has observado en el interior de la lonchera después de la desalinización?
3. ¿Ha cambiado el aspecto de la muestra de agua después de la desalinización?
4. ¿Ha recogido la caja de Petri toda el agua limpia que se ha evaporado y condensado en el alambique? (¿Hay otros lugares del alambique en que se haya formado agua?)
5. ¿En qué manera podrías mejorar tu alambique solar para obtener más agua limpia?



## Ejercicio cuantitativo opcional para alumnos mayores

### Procedimiento a seguir para el ejercicio cuantitativo de construcción de un alambique solar

1. Sigue los pasos 1 a 4 del procedimiento para preparar la muestra de agua salada.
2. Sigue la instrucción 1 del procedimiento para construir el alambique solar.
3. Con lo que sabes de las formas tridimensionales (prismas rectangulares), calcula el volumen de solución coloreada que has vertido en la lonchera:

$$\text{Volumen} = \text{longitud} \times \text{anchura} \times \text{altura/profundidad}$$

Este valor será tu volumen inicial,  $V_i$ . Anótalo en tu hoja de resultados.

4. Sigue las instrucciones 2 a 4 del procedimiento para construir un alambique solar, y las del procedimiento para desalinizar la muestra de agua salada. Si puedes, deja el alambique solar al sol hasta que toda el agua se haya evaporado.
5. Utiliza una jeringa limpia y seca para aspirar el agua de la caja de Petri. Rellena la jeringa hasta la graduación de 2 ml, repitiendo el proceso hasta extraer toda el agua, y calcula el volumen total que has extraído de la caja de Petri.

Este valor será el volumen final,  $V_f$ . Anótalo en tu hoja de resultados.

6. Calcula el rendimiento del proceso de desalinización:  $\left( \frac{V_f}{V_i} \right) \times 100\%$ .

Registra este valor en tu hoja de resultados.

¿Queda todavía algo de la muestra original en el alambique?

En tal caso, ¿es posible calcular con mayor exactitud el rendimiento porcentual, teniendo en cuenta que la evaporación no ha sido total?



## Hoja de resultados del estudiante para el ejercicio cuantitativo (opcional) de construcción de un alambique solar

### Para alumnos mayores

Rellena una hoja de resultados para cada alambique solar y para cada muestra de agua utilizada.

#### 1. Tabla de volúmenes iniciales y finales

Volumen inicial (de la muestra de agua utilizada en el alambique solar)	$V_i = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ml}$
Volumen final (del condensado que queda en el caja de Petri después de la desalinización)	$V_f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ml}$
Tiempo total de desalinización	$\underline{\hspace{2cm}} \text{ horas}$
Rendimiento	$\underline{\hspace{2cm}} \%$
Alambique solar: descripción; foto o dibujo	

2. Compara el agua tratada con la no tratada. ¿Han cambiado las características del agua después de la desalinización?
3. ¿Te parece que el agua tratada/desalinizada es ahora potable? Razona tu respuesta.
4. Si la evaporación en el alambique no ha sido completa, indica un método más eficaz para calcular el rendimiento, teniendo en cuenta la muestra de agua original que queda en el alambique.
5. Indica qué modificaciones del alambique podrían mejorar el rendimiento en agua limpia.
6. ¿Tiene algún inconveniente la utilización de un alambique solar para desalinizar el agua salada?

PREPARADO POR



THE RADMASTE CENTRE  
UNIVERSITY OF THE WITWATERSRAND  
JOHANNESBURGO, SUDÁFRICA

[www.radmaste.org.za](http://www.radmaste.org.za) ; [www.microsci.org.za](http://www.microsci.org.za)

### IYC GLOBAL PARTNERS



### IYC GLOBAL SPONSORS

