Experimento mundial para el Año Internacional de la Química

Construcción de un alambique solar

Se describe a continuación el ejercicio de construcción de un alambique solar, que forma parte del Experimento Mundial enmarcado en el Año Internacional de la Química, 2011.

El ejercicio consistirá en construir un alambique solar y medir su eficacia. Los alumnos ahondarán en sus conocimientos sobre el agua en sus estados líquido y gaseoso, y sobre los usos de la destilación para purificar agua. Competirán en el diseño y mejora de la eficacia de un alambique solar. Por último, enviarán un diagrama y una fotografía del alambique más eficaz construido en clase a la base de datos del Experimento Mundial, junto con los datos sobre su eficacia.

El ejercicio podrá realizarse como uno de los cuatro componentes del Experimento Mundial, o bien de manera independiente, dando así a los alumnos la oportunidad de participar en el Año Internacional de la Química.

Índice

- Instrucciones para enviar los resultados a la base de datos mundial
- Instrucciones para realizar el ejercicio (alumnos)
- Hoja de resultados del alumno
- Notas para el profesor
- Cómo funciona el alambique
- Resultados de la muestra
- Diseño alternativo

Envío de resultados a la base de datos mundial

Se enviará a la base de datos la información siguiente. Si los datos sobre la escuela y su ubicación han sido ya enviados en relación con otro de los ejercicios, los resultados deberán quedar vinculados al envío anterior.

Fecha de la toma: _____

Tipo de agua: _____ (agua corriente, de río, de mar, etc.)

Nombre de archivo del diagrama: _____

Nombre de archivo de la foto: _____

Eficacia del alambique: _____

Número de alumnos participantes: _____

Número de registro de la escuela/clase: _____

Construcción de un alambique solar

La competición

Este ejercicio consistirá en construir un alambique solar y averiguar de qué manera purifica el agua. Tendrás que hacer uso de tus conocimientos para tratar de construir un alambique más eficaz.

El agua cubre la mayor parte de la Tierra (aproximadamente un 70%), aunque la mayor parte de ella se encuentra en los océanos y es salada. Buena parte del agua presente en la superficie terrestre o bajo el suelo es también salada, o inadecuada para el consumo humano por otras razones. La necesidad de encontrar nuevos medios para purificar el agua es cada vez mayor en todo el mundo.

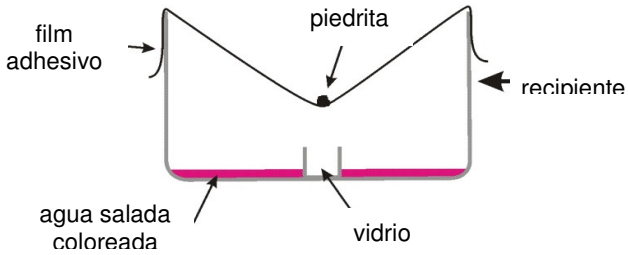
El alambique solar es un dispositivo que purifica el agua a partir de la energía solar. Se utiliza en diferentes versiones: para desalinizar el agua de mar, para sobrevivir en el desierto, o para purificar el agua en el hogar.

(Al final del documento se describe un método alternativo a la Parte A para las clases que tengan acceso a equipos de laboratorio).

Método - Parte A - Construcción de un alambique solar

Equipo
- Recipiente metálico o de plástico, grande
- Vaso o taza pequeño y bajo (limpio)
- Jarra o cilindro medidor
- Film adhesivo (que cubra el recipiente)
- Una piedra pequeña
- Agua caliente
- Colorante alimentario y sal

El alambique solar



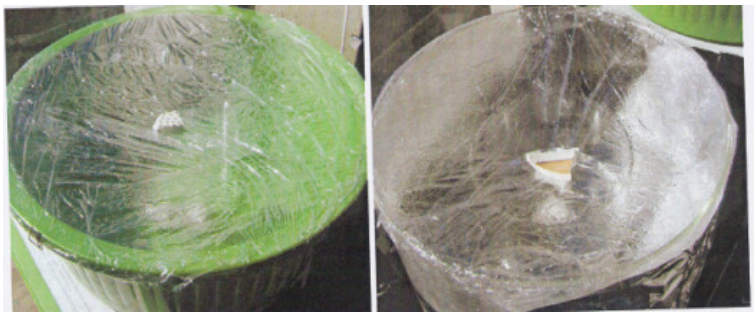
1. Vierte en el recipiente un volumen predeterminado de agua caliente (1 cm, aproximadamente).
2. Agrega colorante alimentario y una cucharadita de sal al agua del recipiente.
3. Transporta todos los instrumentos a un lugar soleado y llano.
4. Coloca el vaso o taza en el centro del recipiente, y asegúrate de que el agua no salpica a su interior.
5. Cubre el recipiente con film adhesivo, sin tensarlo mucho, fijándolo al borde del recipiente. (Utiliza cinta adhesiva o una cuerda en caso necesario).
6. Coloca la piedra en el centro del film, sobre la taza.
7. Deja que el alambique funcione durante una hora por lo menos (cuanto más tiempo, mejor), y seguidamente comprueba que queda algo de agua en la taza.
8. Transporta de nuevo el alambique al interior, retira el film adhesivo y saca la taza evitando las salpicaduras dentro o fuera de la taza.
9. Mide la cantidad de agua contenida en la taza.
10. Observa el color del agua en la taza, y pruébala para averiguar si está salada.
11. Calcula el porcentaje de agua que has purificado:

    % de agua purificada = volumen recogido/volumen añadido al alambique x 100

12. Analiza tus resultados, y trata de explicar lo que le ha sucedido al agua. ¿Por qué la llamamos "agua purificada"? Anota tus sugerencias en la hoja de resultados, bajo la pregunta 1.

Parte B - Mejorar el diseño

Se trata ahora de modificar tu alambique solar o de fabricar otro más eficaz que el que has construido en la Parte A.



13. Anota las ideas que se te ocurran sobre la manera de mejorar el alambique. Por ejemplo, utilizar diferentes recipientes de color para averiguar cuál de ellos absorbe más eficazmente la luz del sol.

14. Comenta tus ideas con el profesor, y pide permiso para hacer el experimento.

15. Haz el experimento, y anota el volumen de agua con el que comienzas a trabajar y el volumen que purificas.

16. Calcula el porcentaje de agua purificada y anótalo en la tabla de resultados.

17. Si te queda tiempo, perfecciona tu diseño. Pide siempre permiso al profesor para cada experimento que vayas a realizar.

18. Dibuja un diagrama del alambique más eficaz que hayas conseguido, e indica por qué su eficacia es mayor. Si puedes, toma una foto del alambique.

19. Responde a las demás preguntas de la hoja de resultados.

20. Entrega tus resultados al profesor, para que él o ella seleccionen el alambique más eficiente y lo envíen a la base de datos del Experimento Mundial.

Hoja de resultados de los alumnos

Anota tus resultados, y calcula el porcentaje de agua purificada.

Prueba	Volumen de agua añadido (mL)	Volumen recogido (mL)	Porcentaje de agua purificada
Parte A - Primer alambique			
Parte B -			

Parte A

1. Explica cómo entiendes tú que funciona el alambique.

2. Expón una idea tuya para mejorar el funcionamiento del alambique.

Parte B

3. Describe el diseño de un alambique que funcione más eficazmente que el que has construido en la Parte A, y comenta tus ideas con el profesor.

4. (Cuando hayas terminado con las pruebas del nuevo alambique:)
Dibuja un diagrama indicando cómo funciona el nuevo alambique.

5. Inserta aquí una fotografía del nuevo alambique.

Notas para el profesor
Instrucciones para realizar el ejercicio

Se describen a continuación dos métodos diferentes para realizar este ejercicio. El primero, que será apropiado para todo tipo de estudiantes, utiliza artículos de procedencia casera; es fácil de construir y de utilizar. El segundo es más apropiado para estudiantes de nivel más alto que tengan acceso a instrumentos y equipo de laboratorio.

Construcción de un alambique solar

Lo ideal sería que los alumnos realizaran este ejercicio en parejas, aunque también lo podrán hacer por separado.

Para empezar, durante la **Parte A** los alumnos construirán un alambique simple, que utilizarán para purificar una pequeña cantidad de agua. Se les pedirá que expliquen, a su manera, cómo funciona el alambique.

Seguridad

Este ejercicio es muy poco peligroso. Las normas de laboratorio aconsejan que los alumnos no prueben o huelan los productos de los experimentos. Sin embargo, la forma más fácil de identificar la sal es probándola, siempre que se respeten las normas de higiene de los alimentos, como las que se explican en clase de economía doméstica.

- Como conclusión de la Parte A, se entablará un debate con toda la clase para asegurarse de que los alumnos pueden aportar una explicación científica sobre el funcionamiento del alambique (véase *infra*).

En la **Parte B**, se animará a los alumnos a mejorar el rendimiento de agua purificada modificando el alambique o su modo de funcionamiento.

- Habrá que asegurarse de que las propuestas de los alumnos no entrañen riesgos, ayudándolos a desarrollar diseños basados en sus conocimientos sobre el funcionamiento del alambique.

Al finalizar el experimento, los alumnos dibujarán un diagrama de su diseño y explicarán en qué manera mejorará el porcentaje de agua purificada, que viene a ser un indicador de la eficacia del alambique. Si fuera posible, incluirán una fotografía del alambique solar mejorado.

- Al finalizar el ejercicio, reúna los aparatos construidos por todos los grupos y seleccione al ganador. Si fuera conveniente, podría organizarse un acto final relacionado con el Experimento Mundial, y la clase participaría en la selección del ganador.

El diagrama (junto con una fotografía) del alambique que consiga el mayor rendimiento de toda la clase será enviado a la base de datos del Experimento Mundial.

Elementos didácticos

Durante el ejercicio, los alumnos:

- Adquirirán conocimientos sobre los estados líquido y gaseoso de la materia (agua) y la conversión de unos en otros (evaporación y condensación).
- Adquirirán conocimientos sobre la utilización del proceso de destilación para purificar agua.
- Aprenderán a explicar, con arreglo a sus conocimientos, el proceso de destilación.
- Utilizarán sus conocimientos sobre la destilación para embarcarse en un proceso tecnológico que mejore la eficacia de un alambique solar.

Consejos para el buen funcionamiento del alambique solar, Parte A:

- Realice el experimento en un día despejado, preferiblemente a mediodía.
- Si empieza el experimento con agua caliente la evaporación será más rápida, a menos que el día sea muy caluroso.
- Ayude a los alumnos a que el alambique sea estanco, evitando así pérdidas de agua.
- Coloreando el agua salada será posible comprobar que el alambique funciona correctamente.
- Si el día no es soleado, el ejercicio podrá realizarse también utilizando un recipiente adecuado (por ejemplo, una sopera) y calentándolo suavemente sobre una placa caliente. Para ello, el vaso o la taza deberán estar aislados del fondo de la sopera.

Organización del concurso de diseños, Parte B:

Este ejercicio ofrece a los alumnos la oportunidad de utilizar su ingenio para mejorar la eficacia de un alambique solar. Al mismo tiempo, les permitirá conocer las relaciones entre la tecnología y la ciencia. Por lo general, los procesos tecnológicos necesitan de unos criterios que permitan juzgar el producto obtenido.

En este caso, será necesario explicar claramente el criterio a que responde el diseño propuesto. El porcentaje de agua purificada es un criterio simple, que podrá constituir un punto de partida adecuado para los alumnos de enseñanza primaria, aunque deberá estar más elaborado para los alumnos mayores. Por ejemplo, el criterio podría consistir en la duración del proceso de destilación.

Los estudiantes podrán investigar diversos factores interesantes como, por ejemplo:

- La duración del experimento.
- El tipo de recipiente.
- El color del recipiente.
- La cantidad de agua.
- La forma del alambique.
- El mecanismo de recogida.

Cómo funciona el alambique

Resumen

A medida que se calienta el agua en el alambique, se va evaporando hacia la atmósfera. El vapor de agua se condensa en superficies frías, como el plástico transparente, y se convierte de nuevo en líquido. El líquido así condensado forma gotas, que se deslizan hacia abajo ayudadas por el peso de la piedra, y finalmente caen en la taza.

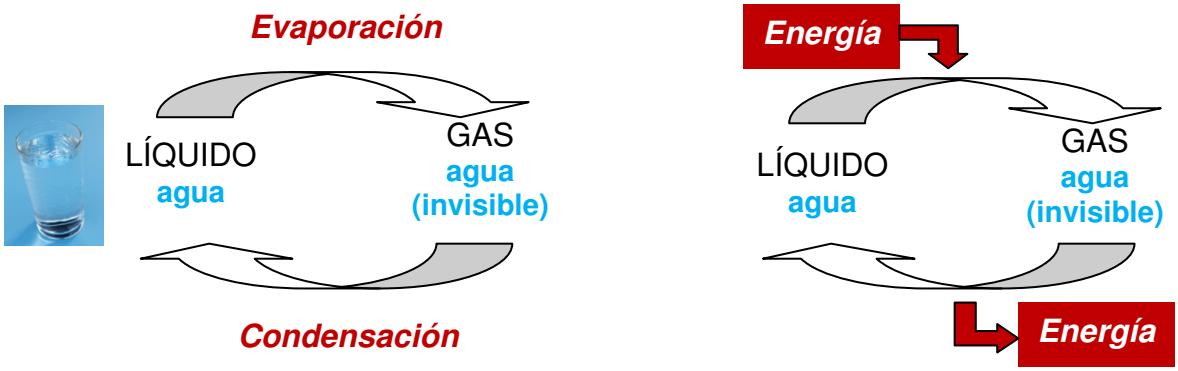
La evaporación purifica el agua, ya que ni la sal ni los colorantes alimentarios se evaporan.

Es posible ofrecer una explicación más profunda si los alumnos han estudiado las partículas que componen la materia y el concepto de energía:

La luz del sol que entra en el alambique es absorbida por el agua y por el recipiente. En consecuencia, las moléculas y los iones absorben esa energía. Una parte de las moléculas del agua absorbe energía suficiente para desprenderse de la superficie y convertirse en moléculas gaseosas, que flotan en el interior del recipiente. Algunas de esas moléculas chocan con el plástico transparente, al que transfieren energía, adhiriéndose a su superficie. Las moléculas de agua pierden más energía al unirse para formar gotas de agua pura, que caen al interior de la taza.

Información básica

Aunque este ejercicio está específicamente relacionado con la purificación de agua, los alumnos deberán tener presente que el proceso que estudian sirve para todos los líquidos y gases. Estos conocimientos serán esenciales para comprender muy diversos fenómenos cotidianos, desde la sensación de frío cuando estamos expuestos al viento hasta el funcionamiento de un frigorífico o el abastecimiento de agua dulce gracias al ciclo hídrico.



Una idea fundamental para comprender este proceso es el papel que desempeña la energía en la evaporación, y su pérdida durante la condensación. Con respecto a la sensación de frío cuando estamos expuestos al viento, se debe a que el viento evapora la humedad de la piel y absorbe energía de nuestro cuerpo. En el caso del alambique solar, se necesita energía para evaporar el agua del alambique y aprovechar, por consiguiente, la energía gratuita emitida por el Sol.

La comprensión del proceso de evaporación y condensación es necesaria para que los alumnos puedan analizar el diseño del alambique solar y desarrollar ideas para mejorarlo (en el concurso de diseños). Sin embargo, no será suficiente para entender el proceso de purificación del agua.

El alambique purifica el agua porque hay sustancias que se evaporan más fácilmente que otras. La sal o los colorantes alimentarios, por ejemplo, son casi imposibles de evaporar, y ciertos organismos nocivos presentes en el agua, como las bacterias o los virus, tampoco se evaporan fácilmente. (En cambio, otras sustancias frecuentemente añadidas al agua, como el alcohol, sí se evaporan con facilidad, por lo que se necesitarán unos alambiques más sofisticados para separar el alcohol del agua).

La facilidad de evaporación se denomina también "volatilidad", de modo que la sal y los colorantes alimentarios son no volátiles, mientras que el alcohol y el agua son mucho más volátiles. Estas diferencias de comportamiento son fáciles de comprender si analizamos las sustancias a nivel molecular.

A nivel microscópico, las sales están compuestas de iones, que sólo es posible separar invirtiendo grandes cantidades de energía, por lo que su evaporación es casi imposible. En el caso de los colorantes alimentarios, sus moléculas son grandes y iónicas, por lo que son también no volátiles.

El agua es menos volátil que el alcohol (etanol), lo cual parece sorprendente, ya que las moléculas de agua tienen menos masa que las de alcohol. Sin embargo, sus moléculas se adhieren unas a otras con particular fuerza. Esta interacción, que los químicos llaman "enlace de hidrógeno", permite explicar muchas de las propiedades importantes del agua. En la evaporación, por ejemplo, la abundancia de enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua hace necesario invertir más energía.

Superación de las dificultades

La dificultad estriba en que la eficacia del alambique depende de varias variables. El tiempo que el alambique permanece bajo el sol es un factor decisivo, y sería conveniente fijarlo en tres o cuatro horas, de modo que al final resulte más fácil escoger el diseño más eficaz. Hay otros factores más sutiles, aunque también importantes. Así, por ejemplo, la mayoría de los alambiques que se venden en los comercios separan la evaporación de la condensación, que tienen lugar en compartimentos diferentes del alambique.

Resultados de muestra - Hoja de resultados de los alumnos

(Muestra para alumnos de nivel 7)

Anota los resultados, y calcula el porcentaje de agua purificada.

Prueba	**Volumen de agua añadida (mL)**	**Volumen recogido (mL)**	**Porcentaje de agua purificada**
Parte A - Primer alambique	*100*	*12*	*12*
Parte B - Segunda prueba, primer alambique	*50*	*16*	*32*
Tercera prueba, primer alambique	*50*	*22*	*44*
Segundo alambique	*50*	*27*	*54*

Parte A

1. Explica cómo entiendes tú que funciona el alambique.

El alambique funciona porque los rayos del Sol calientan el agua. Una parte del agua escapa hacia el aire, pero no podemos verla porque es un gas, y no un líquido. El agua se convierte otra vez en líquido al tocar el plástico, y sus gotas escurren hacia abajo y caen en la taza.

2. Explica en qué manera podrías mejorar tú el funcionamiento de tu alambique.

Podemos mejorar el funcionamiento del alambique si comenzamos con menos agua. Pasó mucho tiempo antes de que se formaran las primeras gotas, porque el día estaba nublado y no hacía mucho calor. Poniendo menos agua, se calentará más aprisa.

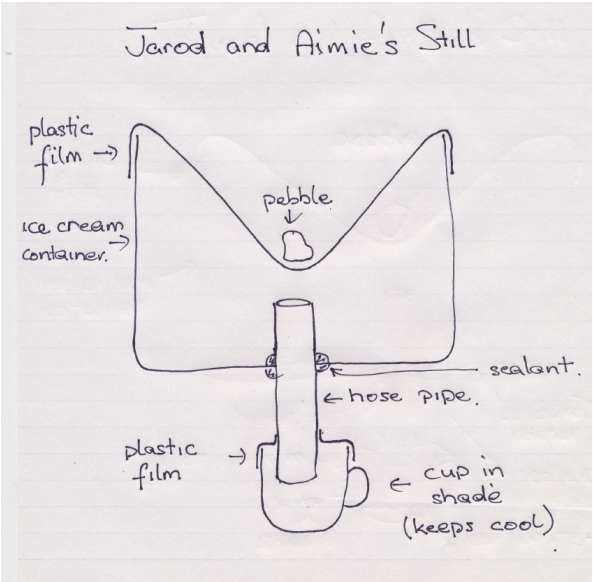
Parte B

3. Describe el diseño de un alambique que funcione más eficazmente que el que has fabricado en la Parte A, y comenta tus ideas con el profesor.

Primero intentamos mejorar la eficacia utilizando menos agua, que se calentó más aprisa, y después calentamos el agua antes de empezar. Estas dos ideas mejoraron la eficacia del alambique.

A continuación, hicimos un agujero en el fondo del recipiente (una caja de helados) y metimos un tubo por el agujero. Sellamos la junta para que no goteara, y recogimos el agua en una taza que estaba a menor temperatura, a la sombra del recipiente. Esta vez recogimos más de la mitad del agua con la que empezamos.

4. (Después de finalizar las pruebas con el nuevo alambique:)
Dibuja un diagrama indicando cómo funciona el nuevo alambique.



Colocamos el alambique apoyado en dos sillas, con el tubo entre ellas. La taza la pusimos encima de una pila de libros.

5. Inserta una fotografía del nuevo alambique:

(Véase a continuación un ejemplo de alambique construido utilizando material de vidrio de un laboratorio).

Diseño alternativo de un alambique solar utilizando material de laboratorio

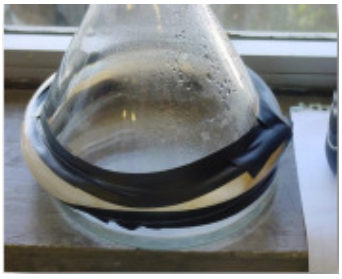
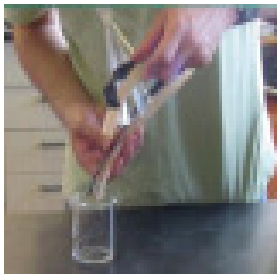
Si se dispone de equipo de laboratorio, los alumnos podrán idear una mayor variedad de diseños. El método siguiente, por ejemplo, describe un diseño basado en un embudo de gran tamaño y una placa de Petri.

(Este diseño permitirá a los alumnos medir la salinidad: **Ejercicio 3 - Agua salada**. Véase *infra*).

Método

- Tapa la salida del embudo con el tapón interior de goma.
- Corta 50 cm del tubo de plástico.
- Encaja el tubo de plástico en el borde del embudo.
- Añade una cantidad predeterminada de agua a la placa de Petri (con 100 mL será suficiente).
- Tapa la placa de Petri con el embudo boca abajo, y séllalo con cinta adhesiva.
- Coloca la placa sobre el plástico negro.
- Coloca el conjunto al Sol hasta que el nivel del agua en la placa de Petri haya cambiado apreciablemente.
- Retira con cuidado el embudo, y extrae el tubo en que se ha condensado el agua evaporada.
- Vierte el agua desalinizada en una probeta o en un cilindro graduado, y mide su volumen.
- Calcula el porcentaje de agua recogida.

Equipo
- Un plato de gran superficie (por ejemplo, una placa de Petri de diámetro = 15 cm).
- Un embudo de vidrio de diámetro = 15 cm.
- Una arandela de goma que encaje en la salida del embudo.
- Un tubo de plástico de 2 cm de diámetro y 50 cm de longitud.
- Una lámina de plástico negra.
- Cinta adhesiva.
- Un cilindro medidor para calcular los volúmenes de agua.

Notas

1. Este método sustituye a la **Parte A - Construcción de un alambique solar**, anteriormente descrita.

2. El alambique puede utilizarse también para investigar la salinidad, conforme se indica en el **Ejercicio sobre el agua salada**. Los ejercicios podrán realizarse uno a continuación de otro, o conjuntamente, en cuyo caso se utilizará el método descrito para el **agua salada**.