

FERIA NACIONAL DE CLUBES DE CIENCIA

ÁREA: TECNOLÓGICA

CATEGORÍA: CHAJÁ

“Estudio de condiciones para la destilación de agua usando energía solar”

CLUB DE CIENCIAS: “Los Purificadores”

Alexio Romero

Agustina Soto

Yulissa Figueroa

Antonela Silva

Orientador: Alexander Chagas

liceo N°2 “Andresito”

INDICE

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Problema.....	4
Hipótesis.....	4
Objetivos.....	4
Metodología.....	5
Resultados.....	6
Discusión.....	10
Conclusiones.....	12
Proyecciones.....	12
Agradecimientos.....	12
Bibliografía.....	12

Resumen:

El agua que bebemos, ya sea potabilizada o mineral, podría no ofrece las garantías necesarias sobre sus efectos a la salud a largo plazo, para esto no hay muchas alternativas dado que los purificadores de agua son costosos, requieren cambios de filtro periódicos y no remueven en su totalidad impurezas, por otra parte la destilación del agua también es muy costosa. Este trabajo pretende entonces estudiar los factores físicos que intervienen en un sistema de calentamiento de agua solar para que pueda realizar su destilación y la disponga para su uso. De esta forma se emplearon los agentes que dieron mayor eficiencia en ensayos por separado para el calentamiento y un sistema de descenso de la presión para la construcción de un dispositivo destilador solar compacto que permitió la destilación de agua con la intensidad lumínica de invierno. Este sistema puede ser implementado en cualquier hogar y solo requiere de luz solar y accionar la bomba de vacío.

Introducción:

El agua destilada a diferencia del agua del grifo no contiene cloro. El cloro es perjudicial para la salud, alguno de consecuencias de estar en contacto con el agua que contiene cloro son: Beber, ducharse o nadar en agua con cloro aumentaría el riesgo de padecer cáncer de vejiga. Los resultados son los primeros en sugerir que esos químicos pueden ser peligrosos cuando se inhalan o atraviesan la piel, como así también cuando se ingieren, indicó el equipo dirigido por la doctora Cristina M. Villanueva, del Instituto Municipal de Investigación Médica de Barcelona. Las sustancias químicas que se usan para desinfectar el agua, habitualmente el cloro, pueden producir subproductos relacionados con un aumento del riesgo de cáncer, destacaron los autores. Los subproductos más frecuentes del uso de cloro, los trihalometanos (THM), pueden ingresar al organismo a través de la piel o por inhalación, agregó el equipo.(1)

Agua no potable y mortalidad infantil: El agua no potable y el saneamiento deficiente son las causas principales de la mortalidad infantil. La diarrea infantil -asociada a la escasez de agua, saneamientos inadecuados, aguas contaminadas con agente patógenos de enfermedades infecciosas y falta de higiene- causa la muerte a 1,5 millones de niños al año, la mayoría de ellos menores de cinco años en países en desarrollo.(2)

Contaminación del agua embotellada: De acuerdo con un estudio publicado en la revista PLoS ONE, los diversos tipos de plásticos contienen productos químicos disruptores endócrinos, lo cual se relaciona con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de mama, ovario, útero, tiroides y próstata. Un estudio publicado en la revista Consumer muestra la presencia residuos de ftalatos en botellas de PET, uno de los plásticos más usados en la industria del agua embotellada. Los ftalatos afectar negativamente a la salud cuando se encuentran a partir de ciertas cantidades, ya que, entre otras cosas, pueden actuar como disruptores endócrinos, provocando un efecto estrogénico, es decir, comportándose como hormonas femeninas. La congelación de las botellas de plástico puede liberar dioxinas cancerígenas en el agua, según una investigación de la Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Cuando abrimos una botella de agua, su interior puede contaminarse con distintos tipos de microorganismos, como bacterias y hongos, que pueden proceder de distintas fuentes, como nuestra boca (si bebemos directamente a través del envase de plástico) o el ambiente, según la universidad australiana. Dejar las botellas de agua expuestas a sol o a altas temperaturas pueden generar una mayor concentración de antimonio, químico empleado como catalizador para fabricar botellas de PET que, en elevadas cantidades, puede ser tóxico y se ha relacionado con un aumento en el riesgo cardiovascular, además de que también se considera un agente cancerígeno. [7]

Problema: El proceso de purificación de agua es costoso.

Objetivos generales: Concientizar sobre los riesgos de beber agua clorada.

Objetivos específicos: Estudiar las propiedades físicas del agua y los factores que inciden en su calentamiento en un sistema solar. Diseñar un dispositivo capaz, de destilar el agua usando la energía solar.

Metodología:

1) Estudio bibliográfico del proceso de potabilización y purificación de agua.

- a) La potabilización.
- b) Destilación del agua.
- c) Purificador de agua solar, por evaporación.

2) Análisis bibliográfico de los factores que intervienen en la destilación.

- a) Temperatura.
- b) Presión.

3) Estudio de factores que pudieran aumentar la temperatura del sistema.

-Contenedor del agua de color negro:

Se realizan dos dispositivos con iguales características (200 mL de agua) se pinta de color negro el contenedor de uno de ellos. Se realizan mediciones de temperatura en forma periódica y se registra en la tabla.

-Contenedor del agua metálico:

Se realizan dos dispositivos con iguales características (200 mL de agua) pero uno con un contenedor metálico y el otro plástico. Se realizan mediciones de temperatura en forma periódica y se registra en la tabla.

-Reflector externo:

Se realizan dos dispositivos con iguales características (200 mL de agua) pero a uno se le incorpora un reflector y al otro no. Se realizan mediciones de temperatura en forma periódica.

4) Estudio de mecanismos para disminuir la presión del sistema.

-Uso de bomba de vacío:

Se estudian distintos materiales para que el sistema sea capaz de soportar presiones menores a la atmosférica y cómo mantener el sistema a presión constante luego de incorporar la bomba de vacío.

5) Creación del destilador solar:

Se crea un nuevo dispositivo implementando los factores que dieron mejor resultado de las variables analizadas en forma aislada, con la capacidad de soportar presiones inferiores a la presión ambiente, se incorpora la bomba de vacío y se aprecia si el sistema alcanza la ebullición.

Resultados:

1) Estudio bibliográfico del proceso de potabilización y purificación de agua.

a) La potabilización.

En forma general la potabilización se realiza en forma similar en todo el mundo, con cambios particulares en referencia a las características del agua a potabilizar, pero bajo los siguientes pasos:

Pre tratamientos: Desbaste, tamizado, desarenado, pre decantación, desaceitado y desgrase, eutrofización.

Coagulación floculación decantación: Clarificación, pre sedimentación, coagulación.

Filtración: filtrantes mixtos, filtro por presión.

Desinfección: Cloración, ozonización, otras técnicas de desinfección.

La cloración se puede considerar bajo dos aspectos; según el momento en que se añade dentro del proceso general del tratamiento o según los resultados finales.

Simple cloración. En algunas ciudades se emplean las aguas superficiales sin otro tratamiento que el de una simple cloración, aunque en algunas de ellas se da al agua un largo almacenamiento previo. En estos casos la cloración es muy importante, puesto que es la principal si no la única garantía contra la infección. Estas aguas que no reciben otro tratamiento, contienen probablemente grandes cantidades de materia orgánica y requieren elevadas dosis y largos tiempos de contacto para la máxima seguridad. El cloro puede añadirse al agua en la conducción de salida del embalse hacia la ciudad. Con miras únicamente a la desinfección, puede precisarse una dosis de 0,5 mg/l para conseguir algo de residual combinado disponible en el sistema de distribución de la ciudad.

Pre cloración. Consiste en la aplicación del cloro antes de cualquier otro tratamiento y puede efectuarse su adición bien en las tuberías de aspiración de las bombas de agua cruda o en la cámara de mezcla, conforme el agua va entrando. La aplicación de la pre cloración tiene varias ventajas: Puede mejorar la coagulación y reducirá los gustos y olores originados por los fangos en los tanques de sedimentación; al reducir la cantidad de algas y de otros organismos puede conservar más limpia la arena de los filtros y aumentar así la duración de los ciclos de filtración. Las dosis de actividad eficaz dependen, naturalmente, del mantenimiento de un cierto residual a través de las distintas unidades de la instalación. Con frecuencia, esta dosis es tal que el agua llega a los filtros con una cantidad de cloro residual combinado de 0,1 a 0,5 mg/l. La combinación de la pre cloración con la pos cloración puede ser aconsejable e incluso necesaria si el agua cruda está tan contaminada que la carga bacteriana en los filtros ha de reducirse con objeto de obtener en el efluente final unos títulos colibacilares o N. M. P. satisfactorios.

Poscloración. Esta expresión define generalmente la adición de cloro al agua, después de los tratamientos. Ha constituido un tratamiento normalizado en las instalaciones de filtros rápidos y, si se usa sin precloración y con residuales bajos, se denomina, a veces, cloración marginal.

El cloro puede añadirse en la aspiración de las bombas de agua tratada, pero es preferible adicionarlo a la salida de los filtros o en el depósito, de modo que se

asegure un tiempo de contacto adecuado. Si sólo se practica la poscloración, este tiempo de contacto debe ser por lo menos de 30 minutos, antes de que el agua pueda llegar a ser consumida. La dosis depende del carácter del agua y puede ser de 0,25 a 0,5 mg/L para obtener un residual combinado de 0,1 a 0,2 mg/L conforme el agua sale de la instalación. [4]

b) Destilación del agua

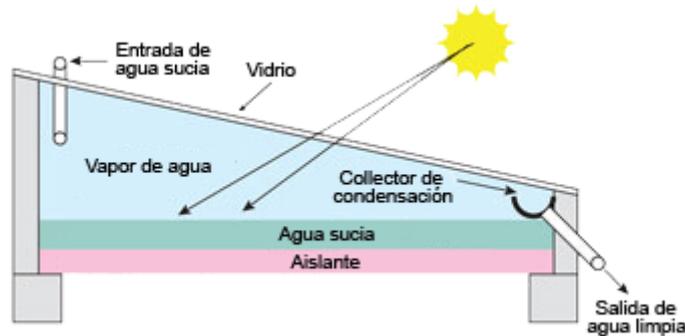
La destilación es un método comúnmente utilizado para la purificación de líquidos y la separación de mezclas con el fin de obtener sus componentes individuales. La destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separar los distintos componentes de una mezcla. Esta técnica se basa fundamentalmente en los puntos de ebullición de cada uno de los componentes de la mezcla. Cuanto mayor sea la diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias de la mezcla, más eficaz será la separación de sus componentes; es decir, los componentes se obtendrán con un mayor grado de pureza.

La técnica consiste en calentar la mezcla hasta que ésta entra en ebullición. A medida que la mezcla se calienta, la temperatura aumenta hasta que alcanza la temperatura de la sustancia con punto de ebullición más bajo mientras que los otros componentes de la mezcla permanecen en su estado original. A continuación los vapores se dirigen hacia un condensador que los enfría y los pasa a estado líquido. El líquido destilado tendrá la misma composición que los vapores y; por lo tanto, con esta sencilla operación obtendremos el líquido destilado en el componente más volátil (el de menor punto de ebullición). Por consiguiente, la mezcla sin destilar se habrá enriquecido con el componente menos volátil (el de mayor punto de ebullición). [5]

b) Purificador de agua solar, por evaporación:

En la naturaleza se produce la evaporación a gran escala en el ciclo del agua. Mediante la energía que aporta el sol, se evapora el agua de los mares y de otras superficies húmedas, ascendiendo en la atmósfera y desplazándose en estado gaseoso impulsada por las corrientes de aire. Cuando se dan las condiciones adecuadas esta agua se condensa en forma de pequeñísimas gotas que se quedan suspendidas en la atmósfera formando las nubes. Si las condiciones siguen siendo adecuadas continúa el proceso de condensación pasando al estado líquido cada vez más cantidad de agua y haciéndose las gotas suspendidas cada vez más grandes y pesadas hasta el punto de que por gravedad empiecen a caer hasta el suelo produciéndose las precipitaciones (lluvia, nieve, granizo etc....) [6]

Este proceso se ha reproducido en el purificador de agua solar por evaporación, un dispositivo de alrededor de 2 m² de superficie, el cual consigue condensar entre 4 y 6 litros de agua diarios.



Son creados de distintos materiales y tamaños siendo siempre proporcional la superficie del purificador al volumen de agua obtenida. [8]

2) Análisis bibliográfico de los factores que intervienen en la destilación.

a) Temperatura:

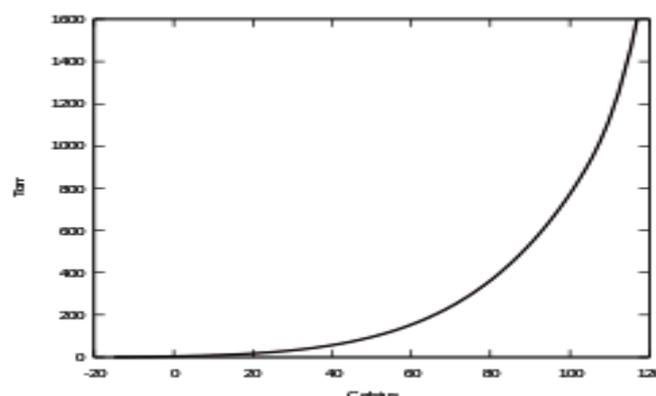
Un líquido hierve cuando su presión de vapor es igual a la presión externa que actúa sobre la superficie del líquido. En este punto se hace posible la formación de burbujas de vapor en el interior del líquido. La temperatura de ebullición aumenta al incrementarse la presión externa. El punto de ebullición de un líquido a una presión de 1 atm es su punto normal de ebullición. El punto de ebullición normal del agua es de 100°C.

El punto de ebullición es importante en muchos procesos que implican calentamiento de líquidos, incluida la cocción. El tiempo requerido para cocer los alimentos depende de la temperatura. En tanto haya agua presente, la temperatura máxima de los alimentos que se cocinan será el punto de ebullición del agua. Las ollas de presión sólo permiten el escape del vapor una vez que su presión ha excedido cierto valor predeterminado; así, la presión sobre el agua puede rebasar la presión atmosférica.

El aumento en la presión hace que el agua hierva a una temperatura más alta, lo que permite a los alimentos estar más calientes y cocerse con mayor rapidez. El efecto de la presión sobre el punto de ebullición también explica por qué los alimentos tardan más en cocerse en sitios elevados que en el nivel del mar. La presión atmosférica es más baja a mayor altitud, y el agua ebulle a una temperatura más baja. [9]

b) Presión:

La presión del sistema incide en el punto de ebullición de las sustancias, al aumentar la presión del sistema aumentar el punto de ebullición.



3) Estudio de factores que pudieran aumentar la temperatura del sistema.

- Contenedor de color negro: obtuvo una temperatura 21% mayor.

Día	10 Hs			12 Hs			14 Hs			16 Hs		
	T amb	T(neg)	T (inc)									
9/6	12	17	17	16	26	22	16	28	24	13	22	20
10/6	14	18	18	20	26	23	16	26	22	13	23	20
11/6	17	22	21	19	40	31	18	48	35	16	38	29
12/6	13	18	17	13	20	19	13	20	20	13	17	17
13/6	8	12	12	8	14	12	9	14	12	8	12	12
14/6	7	9	10	8	11	11	9	11	11	8	10	10
15/6	6	12	12	10	16	14	10	16	13	9	15	12
16/6	4	10	10	11	12	12	12	12	12	9	12	12
17/6	5	12	12	12	34	26	13	38	29	11	34	29
18/6	6	16	17	12	36	26	15	42	26	13	38	26

- Contenedor metálico: obtuvo una temperatura 23% mayor.

Día	10 Hs			12 Hs			14 Hs			16 Hs		
	T amb	T(met)	T (pla)									
9/6	12	12	17	16	31	22	16	34	24	13	20	20
10/6	14	16	18	20	39	23	16	41	22	13	24	20
11/6	17	21	21	19	33	31	18	42	35	16	31	29
12/6	13	14	17	13	16	19	13	18	20	13	16	17
13/6	8	10	12	8	10	12	9	13	12	8	9	12
14/6	7	8	10	8	13	11	9	13	11	8	9	10
15/6	6	9	12	10	19	14	10	21	13	9	17	12
16/6	4	10	10	11	10	12	12	14	12	9	11	12
17/6	5	9	12	12	39	26	13	44	29	11	31	29
18/6	6	19	17	12	46	26	15	46	26	13	33	26

- Reflector externo: no pudo cuantificarse, pero fue notorio el aumento en la temperatura.

4) Estudio de mecanismos para disminuir la presión del sistema.

La bomba de vacío permitió mantener una presión del sistema de 0,5 atmósferas, con pérdidas de 0,1 atmósferas cada 10 minutos en el mejor de los casos.

5) Creación del destilador solar:

Se utiliza para el dispositivo, contenedor metálico (aluminio), pintado de color negro y con un reflector de 60-70 Cm de diámetro. El protector, cañerías y recolector de agua destilada se realizan con materiales rígidos y sellados que permitieron soportar la diferencia de presión de 0,5 atmósferas. Se incorpora un sistema de recarga acoplable al suministro de OSE.

De esta forma el destilador solar consiguió que 200 mL de agua entren en ebullición a una temperatura de (49° C) a una presión de 0,5 atmósferas.



Discusión:

1) Estudio bibliográfico del proceso de potabilización y purificación de agua.

La potabilización: Los métodos de potabilización utilizados en Uruguay son estandarizados a nivel mundial ya que son de los más efectivos, pero deja un efecto residual de Cloro importante, el que puede verse maximizado en días de lluvia o por mal manejo del proceso.

Destilación del agua: Es el proceso más eficiente para purificar el agua, pero muy costoso, por lo que su uso se restringe a ámbitos de laboratorio.

Purificador de agua solar por evaporación: Este purificador promete un volumen de entre 4 y 6 L de agua diarios, lo cual puede ser adecuado para un hogar con hasta 4 personas, pero ocupa una superficie mayor a 2 m², lo que puede resultar poco práctico en una vivienda convencional.

2) Análisis bibliográfico de los factores que intervienen en la destilación.

- a) Temperatura: el agua tiene un punto de ebullición especialmente alto, lo cual dificulta bastante alcanzar esa temperatura, por razones económicas o por razones de intensidad como en el caso del sol.
- b) Presión, en la presión se encontró la respuesta a la posibilidad de hacer más eficiente el sistema y reducir la superficie del purificador, cambiando la evaporación por la ebullición.

3) Estudio de factores que pudieran aumentar la temperatura del sistema.

- Contenedor de color negro: Los días en los que se realizaron las medidas tuvieron temperaturas muy bajas y con variaciones en la intensidad del sol, por lo que es posible que ante altas intensidades de luz la diferencia de temperatura sería mayor.
- Contenedor metálico: Los días en los que se realizaron las medidas tuvieron temperaturas muy bajas y con variaciones en la intensidad del sol, por lo que es posible que ante altas intensidades de luz la diferencia de temperatura sería mayor, el contenedor metálico debido a su conductividad térmica alcanzó puntos muy altos de temperatura, pero en el descendió más rápido la temperatura. .

- Reflector externo: El reflector externo le brinda en su foco una alta intensidad de luz, lo que es fundamental para alcanzar la temperatura de ebullición a 0,5 atmosferas. A pesar de que la intención primera fue disminuir la superficie del dispositivo, es necesario implementar ese factor.

4) Estudio de mecanismos para disminuir la presión del sistema.

- a) Uso de bomba de vacío: La bomba de vacío, implicó todo un cambio en cuanto a los materiales a utilizar así como estrategias para mantener el sistema cerrado, así mismo fue fundamental para alcanzar la ebullición.

5) Creación del destilador solar:

El destilador solar se constituyó de una alta complejidad para incorporar todos los factores que inciden en el proceso. No se pudo cuantificar las horas de ebullición, ni el volumen capaz de destilar por día, pero es de esperar que en un día soleado pueda destilar varios litros. Es fundamental la incorporación de un sistema de recarga del contenedor para no abrir el sistema en forma periódica. Representa una dificultad también el mantenimiento de la baja presión, dado que cuando comienza la ebullición es necesario accionar la bomba para mantener la presión. Las mediciones de temperatura del sistema no acompañan los datos teóricos ya que a 0,5 atmósferas la temperatura de ebullición debería ser 80 °C, pero el sensor empleado midió tan solo 49,7 ° C. Si bien el dispositivo resultó más aparatoso de lo esperado, podría ser ubicado en un lugar por ejemplo sobre la vivienda que no represente una incomodidad, quedando solo el depósito inferior dentro de la vivienda para su uso.

Conclusiones:

El dispositivo de purificación de agua cumplió el objetivo de destilar agua usando la energía solar. La suma de los distintos factores estudiados permitió darle mayor eficiencia, resultando de un menor volumen que otros purificadores solares de evaporación. Los materiales para su realización están al alcance de cualquier persona para su reproducción. son objetos cotidianos de la casa que se pueden reutilizar.

Proyecciones:

Medir el volumen promedio de agua destilada obtenida por día.

Solicitar un análisis de calidad de agua.

Agradecimientos:

Liceo N°3: Proporcionó un dispositivo de medición "Multilog" .

Bibliografía:

[1] www.jmggroup.com.ec

[2]<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

[3]<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia17/HTML/articulo08.htm> (On line 15/08/2018)

[4] http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf (On line 23/07/2018)

[5]<https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/procedimientos-basicos-de-laboratorio/que-es-la-destilacion.html> (On line 15/07/2018)

[6]<http://www.sitiosolar.com/los-destiladores-solares/> (On line 5/06/2018)

[7] <https://www.salud180.com/salud-dia-dia/5-riesgos-por-beber-agua-embotellada>(On line 12/06/2018)

[8]http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_destilador_solar_que_es.html(On line 23/08/2018)

[9] Brown-Lemay-Bursten (2002) "Química, la ciencia central" Ed.Prentice-Hall.