

# PROCESO DE EVAPORACIÓN SEGÚN DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO DE AGUA Y EL GRADO DE RADIACIÓN SOLAR

JUAN HUENANTE

DANIEL VEGA

## Resumen

Los procesos que ocurren en el mundo están conectados en sistemas globales, los cuales interactúan entre ellos para así hacer posible su existencia. Uno de los que componen estos procesos es el ciclo del agua, el cual es de gran importancia para la existencia de la vida, en este proceso se presenta un fenómeno bastante particular, el cual es la evaporación. Con el fin de entender este cambio de estado del agua se realizó esta indagación, para poder profundizar en la misma, además, se llegará a observar dos variables, las cuales son la influencia en la evaporación dependiendo las características de los cuerpos del agua y el grado de radiación solar. Durante el recorrido de esta indagación se introducirá en la primera parte los conceptos e información teórica que se relaciona con la evaporación, además se logrará conectar los factores del calor y las masas de agua,

además, se enmarcará estos dentro del ciclo hídrico, al cual se le mencionará y problematizará con respecto al cambio climático que está afectando al mundo. El fenómeno de la evaporación se observará en un experimento que podrán realizar los mismos lectores para poder comprobar este fenómeno físico, además, luego se revisarán los resultados que fueron producto de este experimento, con lo que se llevará una discusión alrededor de estos para la mejor comprensión y para poder después al final realizar un análisis completo sobre lo realizado y ver un enfoque global sobre la evaporación relacionándola con el medio, concluyendo con una visión sobre lo aprendido en la indagación.

**Palabras clave:** Evaporación, ciclo hídrico, calor, masas de agua.

## 1. Introducción

### 1.1 Presentación del problema

La evaporación es un fenómeno físico el cual está presente en distintos elementos y no solamente en el agua. Esta evaporación se puede encontrar desde procesos de menor escala a procesos de nivel global, pero siempre conectados de alguna forma. En el agua, la presencia de esta evaporación se complementa con otros procesos físicos, los cuales hacen posible el poder observar el agua en forma gaseosa, líquida y sólida.

La evaporación se puede definir, según su proceso físico, como el proceso que consiste en el pasaje lento y gradual de un estado líquido hacia un estado más o menos gaseoso, en función de un aumento

natural o artificial de la temperatura, lo que produce influencia en el movimiento de las moléculas, agitación molecular. Con la intensificación del desplazamiento, las partículas escapan hacia la atmósfera y se transforman, consecuentemente, en vapor. La evaporación, es un fenómeno en el cual átomos o moléculas en estado líquido ganan energía suficiente para pasar al estado de vapor.

Debido al cambio climático, el cual ha sido influenciado por las personas debido a la constante emanación de gases, se ve perturbado la liberación del calor de la tierra el cual había llegado desde el sol, lo que causa un efecto invernadero. Muchas veces, se habla a través de la historia reciente, de manera escéptica cuando se refiere acerca del cambio climático y las consecuencias que pueden acarrear para todos a una escala global y, además, a escala local. Un ejemplo de ello, es el caso de la Región de Los Lagos, Chile, en donde las zonas rurales pertenecientes a la comuna de San Pablo (Carla Mancilla, 2015) están sufriendo de escasez de agua, siendo repartida en camiones por los hogares; dicho sea de paso, un perjuicio que está parcialmente erradicándose, a través, del planeta, donde tanto las entidades gubernamentales como las personas que habitan zonas urbanas y las que se ubican en zonas rurales van estrechando redes y trabajos que constituyan un verdadero cambio en el paradigma de cómo concebir y mantener el medio natural que nos acobia, donde se empieza a encontrar ejemplos, como, la regulación de la emisión de gases contaminantes como el reciclaje de materiales.

Entonces ¿Cómo afecta el calentamiento global a las características de los cuerpos de agua?

Unos de los principales problemas que acarrea el cambio climático es el constante aumento de temperaturas a lo largo del globo, lo que va rompiendo el normal funcionamiento propio de los agentes y procesos característicos del medio natural (Gaia), lo que van provocando puntualmente, los derretimientos de los polos glaciares, los cuales van aumentando el nivel del mar sobre la superficie terrestre.

Raynal-Villaseñor (2011) nos señala lo siguiente:

“Un aumento de 3°C en el Polo Norte, produciría, a largo plazo, el derretimiento total del hielo de Groenlandia. Se ha estimado que si se derritiera totalmente la capa de hielo que forma a Groenlandia, el mar subiría su nivel aproximadamente 7 metros (...) Mundialmente, se estima que, por cada metro de elevación en el nivel medio del mar, se tendrían millones de personas afectadas”

Lo que resulta totalmente alarmante no solo es el impacto en el funcionamiento del planeta como sistema, sino también en la vida de millones de personas en todo el mundo, lo que constituye una catástrofe de magnitudes inimaginables. Varias localidades y territorios podrían quedar sumergidos bajo el océano, lo que representa un panorama desalentador. Sin embargo, se están realizando esfuerzos significativos para evitar que esta realidad se materialice.

Otro factor que incide de manera similar, es el relativo aumento de la evaporación del agua en el suelo y en los cuerpos de aguas como océanos, lagos, ríos. El incremento de las temperaturas significa una mayor demanda de los recursos hídricos tanto para el consumo de las personas (también los animales) como, también, para la producción en sectores como la agricultura, la ganadería y la minería.

Lo que es fundamental, primero que nada, es entender cómo funcionan los agentes y elementos que conforman los procesos de evaporación de los distintos cuerpos de agua.

## 1.2 Estudios similares y desarrollo de conceptos claves

Para entender el problema en qué radica la indagación científica, es crucial conceptualizar las partes que lo conforman. En este caso, se deben abordar los conceptos de composición y el funcionamiento de la evaporación en los distintos cuerpos de agua, los cuales forman parte del “ciclo hídrico”.

La evaporación se constituye en el proceso por el cual las moléculas en estado líquido como el agua, se transforman espontáneamente en estado gaseoso, es decir, en vapor de agua. Este fenómeno es una parte integral del llamado ciclo del agua, en el cual la radiación solar provoca la evaporación en distintos cuerpos de agua (océanos, lagos, humedad del suelo, etc.). Además de la evaporación, también se encuentra la transpiración, que consiste en la evaporación de agua en la superficie de organismos terrestres como plantas, hongos y animales terrestres.

Empero, centrándose en los procesos de evaporación, se pueden contemplar los cambios de estados del agua. Cada molécula de agua se estructura de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, dentro del sistema solar la tierra es el único planeta en el cual se puede observar este proceso. El agua, al estar solidificada en un gramo de hielo, necesita 80 calorías para poder derretirse, un valor conocido como calor latente de fusión. En cambio, se necesitan 100 calorías para poder llevar ese

gramo de hielo a su punto de ebullición, conocido como calor razonable. Para convertir el agua líquida en vapor se necesitan 540 calorías, a lo que se le conoce como calor latente de evaporación, pero la conversión del agua líquida de nuevo en un gramo de hielo liberará una cantidad de 720 calorías (Erickson, 1992).

Los cambios en los estados del agua hacen posible el ciclo del agua y el constante movimiento de las moléculas del agua por la tierra por distintas fuerzas que ayudan su traslado, José Catalan y José María Catalan (1987) nos explican lo siguiente respecto a la evaporación:

“Una vez que el agua caída en forma de lluvia se encuentra en la superficie de Tierra, se distribuye de tal suerte que una parte de ella discurre por la misma (...) otra se infiltrará a través de las litofacies que drena, yendo a engrosar las aguas subterráneas, y otra se evapora para volver a la atmósfera en forma de vapor de agua”. Acá nos mencionan los distintos orígenes que conforman la cantidad de agua evaporada presentes en el planeta, donde la evaporación y transpiración se manifiestan de manera conjunta para ir regulando constantemente este ciclo hidrológico en la atmósfera, característica propia de la Tierra.

Pero esta evaporación en las superficies líquidas tienen dos factores que son muy influyente en este proceso, como lo son la extensión y la profundidad, “la extensión tiene gran importancia por los vientos que la recorren; cuando el viento sopla sobre una superficie muy extensa y llega de una región interior (continental) viene seco, al pasar sobre el mar o el lago produce bastante evaporación, pero según va avanzando en su recorrido por encima de la superficie líquida, como se va cargando de humedad, cada vez tendrá menor poder evaporante. Por el contrario, si el viento es húmedo, producirá escasa evaporación en toda la superficie recorrida” (Madeley, 2005).

Por otro lado, la profundidad también es un factor que influye considerablemente. Las zonas en la superficie están más expuestas

a la radiación solar, la temperatura ambiente y las corrientes de aire, mientras que las áreas a mayor profundidad no reciben tanto calor de estos elementos. En cuanto a las profundidades del mar, aunque el calor proveniente del centro de la Tierra es mucho menor que el del sol, es suficiente para los organismos que habitan en esas profundidades.

La evaporación desde la nieve o el hielo se le denomina sublimación o volatilización, puesto que, el paso del agua al estado gaseoso sucede directamente desde el estado sólido, sin pasar por el estado líquido (Madeley, 2005). Esto puede ocurrir si la presión atmosférica ejercida en la sustancia es demasiado baja para evitar que las moléculas escapen del estado sólido.

Lo opuesto a la sublimación es la deposición, que se entiende como la formación de heladas es un ejemplo de deposición meteorológica.

El calor es un factor de vital importancia en el proceso de la evaporación, éste proviene principalmente de la radiación del sol. Cabe señalar que este calor no es estático al momento en que se aproxima, pues, se transporta por toda la tierra, por medio de la atmósfera el calor se puede transportar de tres formas distintas; por medio de la conducción, convección y radiación.

“La conducción es la transferencia directa de energía entre dos sustancias en contacto (...) Convección es el transporte de calor por movimiento del medio. En efecto, cuando en la atmósfera el aire caliente sube y el frío baja, el calor es transportado hacia arriba” (Madeley, 2005).

“La radiación es el transporte de calor, ondas electromagnéticas y esta ocurre aunque no haya sustancia material, además pueden atravesar cualquier medio aunque con cierto grado de interferencia” (Madeley, 2005).

Como se puede deducir, la radiación solar no llega directamente a la Tierra y a los mares, sino que encuentra cierta resistencia en la atmósfera. Sin embargo, el equilibrio de la cantidad de radiación que recibe la Tierra no es uniforme en todas las latitudes. La zona tropical es la que obtiene la mayor cantidad de radiación, y esta cantidad disminuye en dirección a los polos, donde la radiación es menor. Si no hubiera un transporte de calor hacia los polos en ambos hemisferios, la zona tropical se volvería progresivamente más calurosa.

Este movimiento de la energía es ayudado por las corrientes de aire y las corrientes marinas, pero estas se mueven a diferentes velocidades; las corrientes de aire son más rápidas que las marinas. Al chocar, estas corrientes producen evaporación debido al intercambio de energía entre ellas. Sin este tipo de nivelación de temperatura, la Tierra no podría mantenerse en un relativo equilibrio. Estos mecanismos han tratado de adaptarse al fuerte cambio producido por el efecto invernadero, causado por la intervención antrópica y la emanación de gases, especialmente durante la revolución industrial.

## **2. Metodología**

### **2.1 Diseño del experimento**

Bajo una primera instancia, el experimento fue diseñado para apreciar la conducta de los diferentes cuerpos de agua presentes en el medio natural bajo exposición a la radiación solar, con la consideración de hacerlo en la menor escala posible para su uso práctico y apreciación generalizada del comportamiento de estos cuerpos de agua.

Los elementos requeridos para este experimento no arrancaron en la disponibilidad inmediata. Sin embargo, al tratarse de un experimento sencillo, se debe optar por materiales alternativos de fácil accesibilidad para el desarrollo del procedimiento experimental.

Los elementos utilizados para esta ocasión son los siguientes:

- 2 ollas de cocina.
- Papel aluza.
- Cuchillo.
- Cordón de algodón.
- 2 piedras.
- Agua.
- Sal.
- 2 tazas pequeñas de café.
- Escritorio.
- Cuchara.
- Jeringa.
- Hervidor eléctrico.

El experimento se realizó el día jueves 15 de noviembre del 2018, entre las 4 y 7 de la tarde, con una temperatura que oscilaba entre los 17° y 15° grados C.

Primero, se procedió a juntar 500 ml de agua para cada recipiente, utilizando el hervidor eléctrico, el cual tenía delimitadas por defecto las medidas de 500 ml, 1 litro, 1.5 litros y 2 litros. Se juntó un litro de agua para posteriormente repartirlo entre las dos ollas que funcionaron como recipientes. Luego, se colocaron en el centro de las ollas las tazas pequeñas de café, que funcionaron como recipientes para recoger las gotas propiciadas por la evaporación. Cabe mencionar que a uno de los recipientes se le añadió una porción importante de sal, entre 5 y 6 cucharadas completas, para posteriormente disolverla y revolverla en el agua.

Luego se procedió a cubrir con papel aluza la superficie de ambas ollas, para posteriormente amarrar fuertemente con el cordón de algodón, asegurando que no hubiera ninguna filtración de energía calórica. Mientras se aseguraban los bordes de cada recipiente, se colocaron dos piedras (de tamaño similar) en ambos recipientes en posición paralela con las tazas de café, de modo que se concentraran las gotas por medio de la evaporación en el ángulo de las tazas.

Luego, los recipientes se dispusieron a la radiación solar durante un periodo de 2 a 3 horas, para poder apreciar los resultados del fenómeno (imagen 1).

## 2.2 Validación de la metodología

La geofísica indica que los cuerpos de agua salinizados pueden elevar el punto de ebullición del agua, haciéndola evaporar más lentamente. A medida que el agua comienza a evaporarse, la cantidad de sal que queda en el agua aumenta, considerando el agua que se ha evaporado. La cantidad de calor presente en una zona puede evaporar una mayor cantidad de agua, lo que puede aumentar la salinidad de la masa de agua. Esto explica que las masas de agua saladas cercanas a la zona del ecuador contengan una mayor cantidad de salinidad en comparación con las zonas cercanas a los polos. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las diferencias de salinidad no serían de gran envergadura.

Se decidió realizar otro experimento en condiciones similares, pero esta vez sería dependiendo el calor del agua, en donde se usarían tres variables de temperatura y con esto se mediría la cantidad de gotas de agua que caerían en el centro del recipiente

al igual como el experimento anterior, pero esta vez sin usar la sal.

### 2.3 Recopilación de información

En el experimento practicado sucede de manera similar a los procesos de evaporación a mayor escala. Ambos experimentos resultaron con conductas similares, presentando resultados de un poco más de 1 ml de agua por medio de gotas propias de la evaporación en el lapsus de 2-3 horas de radiación solar. Este resultado fue influido por la temperatura bajo la cual se realizó el experimento y al tiempo dedicado. Sin embargo, se puede observar que, a mayor cantidad de tiempo y a una temperatura similar, el agua que se mantendría en la zona central del recipiente habría aumentado progresivamente.

Para un análisis más preciso de los resultados, se eligió utilizar el segundo experimento, ya que era más acorde a las variables que correspondían a la pregunta de investigación. En la siguiente parte, donde se observará de mejor forma la recopilación de los resultados, se presentarán los datos recogidos del segundo experimento, el cual consideraba las variables de calor del agua.

### 3 Resultados

El experimento se realizó el viernes 7 de diciembre, y constó de una duración de 2 horas, con una temperatura que oscilaba entre 21°- 25° C. Se basó bajo 3 variables distintas de temperatura, de 1 litro de agua media para cada variable, las cuales corresponden a:

- Agua “fría”: 7°C
- Agua “tibia”: 50°C

- Agua “Caliente”: 92°C

Estas muestras fueron tomadas como representación de 3 medias de temperaturas convencionales, reflejando las distintas masas de agua presentes en el medio natural (fría, tibia y caliente) y cómo se manifestaron mediante el proceso de evaporación bajo las mismas condiciones otorgadas. Este experimento se realizó en 2 oportunidades, donde la primera oportunidad arrojó los siguientes resultados:

- Siendo el primer caso (agua “fría”) de evaporación de masa resultante de unos 1,4 ml de agua evaporada en el recipiente elaborado para la investigación.
- Mientras que en el segundo caso (agua “tibia”) de evaporación de masa de agua resultó con una cantidad de unos 20,7 ml de agua evaporadas, lo que notoriamente se aprecia en primera instancia, la respuesta lógica acerca de cómo se comportan dichas masas de agua.
- Por último, en el tercer caso (agua caliente) resultó con una cantidad de unos 31,4 ml de agua evaporada, repitiéndose esta lógica de un aumento en la cantidad de agua evaporada en pro del aumento de temperatura dentro de estas masas de agua.

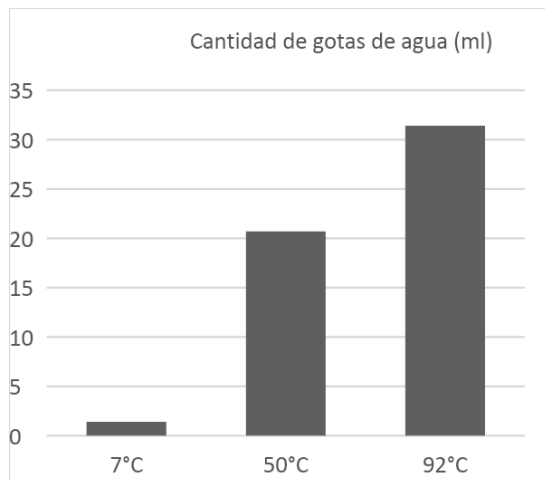
Tabla 1. Ilustración de muestras de acuerdo a temperatura y cantidad de gotas.

Temperatura Agua (°C)	Litro de	Cantidad de gotas (ml)
7		1,7
50		21,6
92		33,1

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados anteriores, se ven graficados de la siguiente manera:

Gráfico 1. Cantidad de gotas de agua medidas en miligramos.



Fuente: Elaboración propia.

Lo que lleva a la conclusión de un comportamiento de que: “A mayor temperatura = Mayor cantidad de agua evaporada”.

Esto permite apreciar el comportamiento de las masas de agua según su comportamiento energético, pues se logra observar de manera concisa la diferenciación de los distintos comportamientos de las masas de agua según sus variaciones de temperatura.

En la segunda oportunidad, los resultados no fueron muy diferentes a la primera, donde los resultados fueron los siguientes:

- Bajo la primera variable (agua “fría”) de litro de agua, resultó con una cantidad de 1,7 ml de agua evaporada por el goteo simulada en gracias a la modalidad del experimento.
- En la segunda variable (agua “tibia”) de litro de agua, resultó con una

cantidad de 21,6 ml de agua evaporada debido al goteo simulado.

- Mientras que en la tercera variable (agua “caliente”), resultó con una cantidad de 33,1 ml de agua evaporada por el simulacro de goteo.

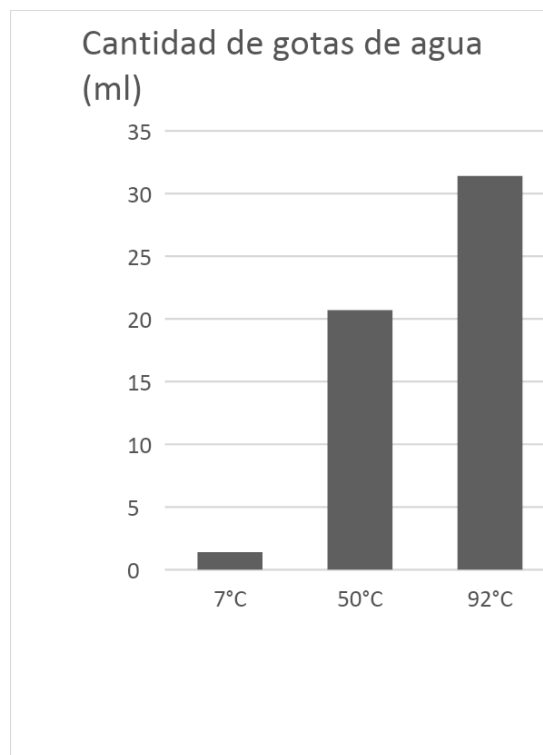
Tabla 2. Ilustración de temperatura y cantidad de agua.

Temperatura Litro de Agua (°C)	Cantidad de gotas (ml)
7	1,4
50	20,7
92	31,4

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados anteriores, se ven graficados de la siguiente manera:

Gráfico 2. Cantidad de gotas (ml) de agua.

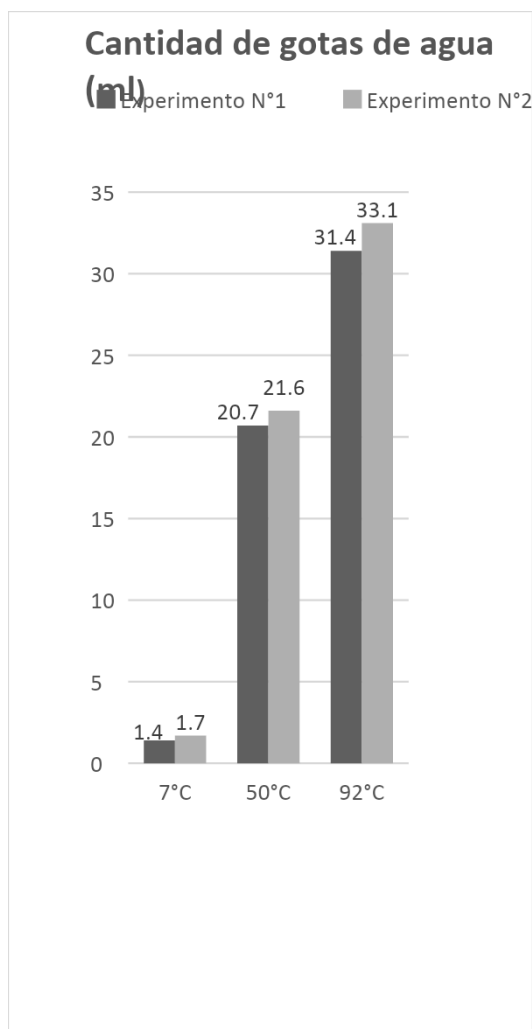


Fuente: Elaboración propia.

Si se contrasta con los resultados anteriores, la premisa de “A mayor temperatura = cantidad de agua evaporada”, se cumple.

Así, mediante este breve, pero efectivo experimento, se logra comprender de manera simplificada y a una escala reducida el comportamiento energético de las distintas masas de agua presentes en el mundo, proporcionando una visión más clara de cómo varía la evaporación en función de la temperatura y otras condiciones.

Gráfico 3. Comparación de la cantidad de gotas de agua (ml) entre el Experimento 1 y Experimento 2.



Fuente: Elaboración propia.

## 4 Discusión

### 4.1 Explicación de los resultados

¿A mayor temperatura = mayor evaporación?

No hay que confundir el concepto de la evaporación con el de ebullición. La evaporación es un proceso que ocurre a cualquier temperatura entre 0° y 100°, y se produce hasta que el aire alcance un nivel de saturación con la humedad, momento en el cual se forma un ciclo cerrado en el que el agua se evapora y condensa continuamente. En cambio, la ebullición sucede cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición a una presión dada. En este punto, el líquido absorbe calor sin aumentar su temperatura, ya que el calor se utiliza para convertir el agua en estado líquido en vapor. Una vez que toda la masa del líquido se ha transformado en vapor, es posible seguir aumentando la temperatura del líquido.

Entonces, se puede observar que a mayor temperatura que obtenga el agua, mayor será la cantidad de evaporación que se encontrará, siempre y cuando la atmósfera no se colapse con este vapor de agua.

Estos resultados muestran que el agua con mayor temperatura produce una mayor cantidad de agua condensada, ya que el agua ha adquirido suficiente energía cinética para escapar de su estado líquido. Este fenómeno se produce en la superficie de la masa de agua, en este caso en la superficie del litro de agua que fue introducido en el recipiente. Por lo tanto, se confirma que, a mayor temperatura, mayor será la velocidad de evaporación, sin tener la necesidad de alcanzar el punto de



ebullición. El Ciclo Hidrológico actúa como el sistema que articula el proceso paulatino que comprende la autorregulación de los recursos hídricos existentes en el planeta.

El Dr. Campos Aranda (1998) define al ciclo hidrológico de la siguiente manera:

Proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas:

- 1) El sol proporciona la energía para elevar el agua (evaporación).
- 2) La gravedad terrestre, que hace el agua condensada descende (precipitación, escurrimiento)

Ahora bien, en el caso específico del experimento, no se logra dilucidar de manera exacta el real comportamiento del proceso de evaporación en las distintas masas de agua, debido a que, no se encuentran presentes la diversidad propia de las masas y la multiplicidad de factores que inciden en ellas (salinidad, presión atmosférica, etc.).

Además, cabe mencionar que los valores obtenidos en las diferentes temperaturas de las muestras materializaron de manera concisa la diferencia entre las distintas temperaturas de las distintas masas de agua y cómo se comporta el proceso de evaporación en cada una de ellas. Aunque estos resultados ilustran claramente el punto de la indagación, es importante reconocer que se está aún lejos de realizar un catastro más exacto debido a las limitaciones y variables mencionadas anteriormente.

Laura Elena Meredey (2005) aborda un tema similar en el contexto del estudio de la hidrología, señalando que:

“La problemática de la medición: La evaporación es una magnitud difícil de medir debido a que sufre considerables variaciones

de carácter local y no se ha podido encontrar un proceso suficientemente representativo de las condiciones medias de una región determinada”.

## 4.2 Discusión de los resultados

En cuanto a los estudios de las masas de agua, corresponden en un área de la ciencia que todavía está en “vías de desarrollo”, debido a que la Hidrología es básicamente una ciencia nueva, debido a que su concepción data desde el siglo XIX, y solamente su área cuantitativa cubre la mayor parte de su paradigma científico.

Pero, netamente, esta propuesta de indagación científica y el experimento cumplen la fundamental tarea de facilitar la comprensión del ciclo hidrológico a nivel macro de manera sencilla y remota a nivel micro; en este caso, mediante un experimento “doméstico”.

De todas maneras, se destaca el acercamiento empírico hacia una observación del proceso de evaporación, el cual, si se hiciera en un contexto escolar, sería de gran ayuda, guiado por herramientas del laboratorio de la institución educacional, orientado de un profesor(a) que comprenda el proceso y facilite la discusión de los resultados. Asimismo, esta discusión se puede realizar en conjunto de más personas, para así poder integrar una mayor cantidad de variables al experimento y poder compartir distintas observaciones que se logren hacer durante el mismo, e inclusive lograr el análisis de problemáticas similares que los(as) estudiantes noten en el lugar donde viven y que asocien al estudio de esta investigación.

Es esencial para el equipo este último punto, dado que la intención del experimento es implementar este

procedimiento interactivo para una diversidad de personas, ya sean interesadas o no en fenómenos naturales y geográficos, en diversos contextos (como aulas escolares, laboratorios, etc.). El objetivo principal es orientar este enfoque hacia una finalidad pedagógica más que científica.

Por lo que, estas instancias de realización de estos experimentos son cruciales para la educación de las personas, ya que, al hacer ellos mismos el experimento crea una mayor cercanía con el proceso estudiado, por lo que, pueden relacionarlo con otros hechos de la vida cotidiana, entendiendo que la evaporación siempre estuvo presente mientras ellos no lo habían considerado.

### 4.3 Discutir la metodología

Respecto a la metodología, se realizó un balance respecto a las falencias propias en la realización de este experimento, como también en los reparos o mejoras para un futuro experimento de similares características.

Tabla 3. Dificultades y mejoras del procedimiento.

Dificultades del procedimiento	Mejoras del procedimiento
Resultados demasiado acotados que no necesariamente pueden reflejar de manera exacta el comportamiento de las distintas masas de agua.	Herramientas que permitan la extracción de resultados de manera más pulcra y exacta (termómetro, jeringas, etc.)
Fenómeno sumamente complejo y ligado a diversos factores y variables (salinidad, presión atmosférica, etc.)	Recipientes aptos para la elaboración del experimento.
Oscilación térmica variable.	Implementación de ciertos factores y/o variables a las muestras

	de agua (salinidad, mineral, etc.)
Elementos climáticos.	Condiciones climáticas sin mayor contratiempo.
Utilización de variables (Temperatura de las aguas) ajenas a la realidad del medio natural.	Mayor precisión en las variables de las muestras de agua en el experimento.

Fuente: Elaboración propia.

La utilización de variables ajenas a la realidad del medio natural, como la temperatura de las aguas en el experimento, presenta desafíos significativos en cuanto a la precisión de las mediciones. Como se observa en la Tabla 3, una de las mayores dificultades durante la realización del experimento fue mantener condiciones adecuadas para las variaciones de temperatura del agua, así como medir con precisión las muestras de agua. Estas dificultades se debieron a la falta de herramientas y materiales sofisticados propios de experimentos científicos más avanzados. Por lo tanto, los resultados deben considerarse aproximaciones y no como datos cuantitativamente exactos. Para llevar a cabo una investigación más precisa y científica, se recomienda utilizar herramientas de medición especializadas y mantener la temperatura del agua en condiciones más estables, como las que se encuentran en un laboratorio de un establecimiento escolar.

Aun así, como se mencionó anteriormente, uno de los enfoques principales de esta indagación es la concientización desde una visión pedagógica, por lo que el experimento, a pesar de no contar con herramientas y resultados totalmente exactos, si consta con el aprendizaje dado por medio del proceso del experimento y la observación que se pudo lograr por los cambios físicos de la molécula de agua.

## 6. Conclusión

### 6.1 Aprendizajes obtenidos con la indagación

Durante el proceso de elaboración de la indagación se deslumbraron conceptos que resultaron de vital importancia para comprender la pregunta escogida y también para desarrollar la respuesta, así como las influencias ambientales y sociales con las que se puede relacionar la información recopilada, además, se logró realizar un experimento práctico con el cual se explicaba el proceso de la evaporación y la diferencia con respecto al calor que contenía el agua.

La hipótesis, basada en la pregunta seleccionada, se trabajó comprendiendo la influencia de la evaporación en un proceso más amplio como el ciclo del agua, que a su vez forma parte de un ciclo global que mantiene una organización cibernética, tal como lo aborda la hipótesis GAIA. Sin dejar de lado esta cosmovisión del planeta, se abordó desde una visión amplia hasta trabajar con conceptos más específicos. El ciclo del agua fue fundamental para entender la importancia del estudio, tal como mencionan José Catalán y José María Catalán (1987):

“Una vez que el agua caída en forma de lluvia se encuentra en la superficie de Tierra, se distribuye de tal suerte que una parte de ella discurre por la misma (...) otra se infiltra a través de las litofacies que drena, yendo a engrosar las aguas subterráneas, y otra se evapora para volver a la atmósfera en forma de vapor de agua”

Se logró comprender el constante abastecimiento que ocurre en las distintas masas de agua del planeta, entendiendo la evaporación del agua como un cambio físico influido por múltiples factores que

permiten que las moléculas de agua pasen por los distintos estados de la misma. Se abordaron las transiciones básicas de evaporación, condensación y congelación, y también se incluyó el proceso de sublimación, explicando cómo es posible observar la molécula de agua en diferentes ambientes y temperaturas.

Sin embargo ¿qué hubiera sido de estos procesos sin entender la influencia del calor en ellos? El calor proviene principalmente de la radiación del sol, aunque también existe calor proveniente del centro de la Tierra, que permite diversas formas de vida en el fondo del mar. En esta indagación, se centró principalmente en el calor proveniente del sol, entendiendo que no es estático, sino que está en constante movimiento debido a múltiples factores que afectan su distribución a lo largo del planeta.

Al respecto Madeley (2005) señala:

“...la conducción es la transferencia directa de energía entre dos sustancias en contacto (...) Convección es el transporte de calor por movimiento del medio. En efecto, cuando en la atmósfera el aire caliente sube y el frío baja, el calor es transportado hacia arriba”.

La radiación es el transporte de calor por ondas electromagnéticas y ésta ocurre, aunque no haya sustancia material. Además, pueden atravesar cualquier medio, aunque con cierto grado de interferencia (Madeley, 2005). Este constante movimiento del calor logra que pueda ser transportado por todo el planeta, mediante las distintas corrientes de aire y las corrientes marinas, lo que explica porqué hay tantas variables en los climas del mundo, situación que hace posible la vida y las estaciones del año. De igual forma, influye en los movimientos de la Tierra y la inclinación de ésta, por eso, a pesar de que la mayoría de la cantidad del calor proveniente desde sol

cae sobre las cercanías de la línea del Ecuador, toda la evaporación que ahí se produce es transportada por el planeta abasteciendo las distintas masas de agua. Sin embargo, la evaporación no se limita únicamente a las cercanías del Ecuador; ocurre en todo el mundo. Aunque en regiones con menor calor se produzca en menores cantidades, el proceso de evaporación sigue siendo un fenómeno global que afecta a todos los cuerpos de agua en la Tierra.

Para poder observar y apoyar la información otorgada sobre la evaporación y la influencia del calor sobre las masas de agua, se llevó a cabo un experimento el cual se hizo de tal forma que cualquier persona lo pudiera realizar para que puedan observar ellos mismos los resultados. Este consistió en colocar un litro de agua en tres recipientes, en donde se colocaría otro recipiente pequeño dentro de estos para poder reunir el agua que se evaporara. El agua puesta en los distintos recipientes estaría a distinta temperatura para observar la diferencia según el calor del agua. En los resultados se pudo observar una clara diferencia dependiendo la temperatura, con esto se explicó y se comprobó la influencia del calor en la cantidad de evaporación que se produciría.

## 5.2 Interpretación de fenómenos geográficos a escala global

Esta indagación no solo buscó comprender cómo se produce la evaporación del agua, sino también examinar cómo esta influencia es esencial para el ciclo del agua y cómo éste se ha visto influenciado por la intervención humana durante las últimas

décadas. El ser humano es responsable de diversos cambios climáticos debido a la emisión de gases que producen el efecto invernadero. Este efecto atrapa el calor en la atmósfera, lo que provoca un aumento en la temperatura de la Tierra. Como consecuencia, el derretimiento de los polos incrementa el volumen de agua en los océanos, lo que causa un aumento en el nivel del mar. Este aumento altera la cantidad de evaporación en ciertos sectores, causando sequías en las temporadas de mayor calor.

## Bibliografía

- Aranda, D. C. (1998). Procesos del ciclo hidrológico. Editorial Universitaria Potosina. <https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=tkUYqd0Aac8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=ciclo+hidrológico+del+agua&ots=HT5N94EcXq&sig=RBHgb1mHN7eGN32oIQyT2pAXBPc#v=onepage&q&f=false>
- Battan, L. J. (1976). El tiempo atmosférico. Barcelona.
- Catalan Lafuente, J., & Catalan Alonso, J. M. (1987). Ríos: Caracterización y calidad de sus aguas. DIHIDROX.
- Ecured. (2014). Evaporación. EcuRed: Enciclopedia cubana. <https://www.ecured.cu/Evaporaci%C3%B3n>
- Erickson, J. (1992). El efecto invernadero: El desastre de mañana, hoy. Madrid.
- Madeley, L. (2005). Principios de hidrogeografía: Estudio del ciclo hidrológico. Mexico.
- Mancilla, C. (2015). Mayor sequía y escasez de agua aumentan preocupación en el sur de Chile. Diario y Radio U Chile, 1-2.
- Raynal-Villaseñor, J. A. (2011). Cambio climático global: Una realidad inequívoca. SciELO. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432011000400006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000400006)
- Sala, J. Q. (2005). Curso de climatología general. Castellón de la Plana. [https://books.google.cl/books?id=mW89MHwce-wC&pg=PA113&dq=importancia+de+la+evaporacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewj51MHL\\_8XeAhVMmJAKHbOuDWoQ6AEIOTAD#v=onepage&q=importancia+de+la+evaporacion&f=false](https://books.google.cl/books?id=mW89MHwce-wC&pg=PA113&dq=importancia+de+la+evaporacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewj51MHL_8XeAhVMmJAKHbOuDWoQ6AEIOTAD#v=onepage&q=importancia+de+la+evaporacion&f=false)