

EL CICLO DEL AGUA EN UN DISEÑO EXPERIMENTAL

CONSTANZA ALVARADO M.

BIANCA OYARZO S.

Resumen

El ciclo del agua es uno de los procesos naturales de mayor relevancia para la vida existente en todo el planeta, y a menudo, éste puede verse afectado por múltiples y diversos factores dentro y fuera de él. En el desarrollo de esta investigación nos concentramos en examinar los diversos efectos que pueden causar dentro del ciclo hidrológico las siguientes 3 características: insolación, temperatura y salinidad, con un especial énfasis en esta última. Para llevar esto a cabo se diseñó un experimento en el cual se realizó una simulación del ciclo del agua de manera rudimentaria y con materiales caseros, la cual tomo en cuenta las características mencionadas y sus respectivas variaciones. Esto concluyó en una serie de resultados muy precisos, que lograron comprobar la hipótesis planteada en un inicio, la cual se refería a los efectos de la salinidad en el ciclo hidrológico y como ésta puede retardarlo y su vez reducir el nivel de precipitaciones resultantes al reducir el nivel de evaporación. En base a lo investigado se hace un énfasis en cómo este tipo de estudios son una valiosa fuente de aprendizaje para poder comprender los fenómenos climáticos que ocurren día a día y también entender el porqué de los que no son tan comunes y, además, es una importante muestra de actividades que resultan perfectamente aplicables en las aulas para fortalecer la

enseñanza de procesos de este tipo en las mentes más jóvenes y así promover una mayor conciencia acerca de nuestro ambiente y sus aspectos fundamentales a las siguientes generaciones.

Palabras clave: Ciclo hidrológico, salinidad, temperatura, ciclo del agua.

1. Introducción

El agua es imprescindible para los seres vivos de nuestro planeta, no pudiendo existir vida alguna sin ésta. Debido a su importancia, es un constante objeto de estudio pues la superficie del planeta Tierra está compuesto por un 29% de masa terrestre mientras que el restante 71% es agua.

Cabe destacar que, de ese porcentaje, el 97% es agua en estado líquido y que los océanos están formados por 1300 millones de kilómetros cúbicos de agua salada., (Rozanski & Fowler, 1989). Un 2% aproximadamente es de agua en estado sólido en forma de glaciares que sería agua dulce. Lo restante, lo encontramos contenida en tierra (Strahler, 1994).

Dentro de las ciencias que profundizan la comprensión de la misma existe la hidrología, la cual es la ciencia que estudia el origen del agua, sus procesos y la distribución de los recursos hidrológicos en el planeta, así como su relación con el medio ambiente y los seres vivos (Villón Béjar, 2004).

No es un elemento inerte. El ciclo hidrológico es un proceso mediante el cual el agua transita desde un reservorio a otro en lo que llamaríamos un sistema cerrado, siendo un ciclo constante que varía el estado del agua y la transporta por diferentes caminos, pero siempre volviendo al punto inicial, abasteciendo de

esta manera a los distintos seres vivos de la Tierra (Maderey, 2005).

Para nuestro estudio, es necesario comprender este ciclo como un sistema cerrado de flujos de materia.

Según De Miguel et al., (2009), el proceso inicia con la energía aportada por el sol, la cual es necesaria para romper los enlaces que mantienen unidas las moléculas de los cuerpos de agua. Durante esta fase del ciclo (denominada evaporación) el agua pasa de estado líquido a gaseoso. Una vez que la humedad en el aire es del 100% y se ha alcanzado el punto de saturación, da inicio la condensación, momento en el que el vapor de agua del aire pasa a ser agua líquida la cual se transforma en nubes.

En determinadas condiciones de presión y temperatura las nubes originan precipitaciones, las cuales también pueden ocurrir en forma de nieve y acumularse en los glaciares. Su fusión, junto con el resto de las precipitaciones da lugar al agua superficial y subterránea, parte de esta agua superficial se evapora, mientras que otra parte se infiltra en el terreno, para ser absorbida por las plantas y posteriormente ser evapotranspirada por estas o fluir hasta un cuerpo de agua. (De Miguel et al., 2009).

Es posible inferir que, debido al continuo dinamismo del ciclo hidrológico, éste se puede ver afectado por diversos factores que se encuentran dentro o fuera de él, para el desarrollo de este trabajo consideraremos los siguientes:

Insolación: Consiste en la radiación emitida por el sol y que en este caso el agua recibe en su superficie, esta se encuentra determinada por su cercanía o lejanía a la línea ecuatorial, ya que es aquí donde alcanza su máximo nivel.

Chile se encuentra ubicado “El territorio chileno se encuentra al suroeste de

América del Sur, entre los meridianos 17°30' y los 90° de latitud Sur” (Universidad Central de Chile, s. f). De manera que existen diversos niveles de insolación a lo largo de todo el país. Para esta investigación nos situaremos en la región de Los Lagos, la cual se sitúa alrededor de los 40° 15' y los 44° 14' de latitud sur” por lo podemos establecer que la insolación no alcanza un nivel muy alto al encontrarse distanciada del Ecuador. (Errázuriz, 2000).

Salinidad: Se refiere al nivel de sales disueltas en el agua y que puede afectar al ciclo de ésta. “En aguas naturales continentales, el Na es uno de los metales mayoritarios siendo el tercero o incluso el segundo en orden de abundancia (hasta 300 mg/L) mientras en aguas marinas y salobres se erige como el metal más abundante: alrededor de 10 g/L”, (Galvín, 2008).

En Chile existe escasa investigación acerca del nivel de salinidad de sus aguas y como influye en el ciclo del agua pero a nivel global se encuentra establecido que los niveles de sal disueltos en los océanos tienen efecto en ciertas fases del ciclo del agua y en el balance final de este. (Tomé, 2024)

Temperatura: Está relacionada con la insolación, ya que el nivel de radiación que recibe la superficie del agua de ésta, determinará su temperatura, aunque también puede verse influida por la geografía en la que se encuentra el recurso hídrico.

De acuerdo a lo expuesto por Maderey, (2005) la temperatura resulta un factor sumamente influyente en todas las etapas del ciclo hidrológico. Tomando en cuenta los diversos climas que se hacen presentes en Chile es posible inferir que la temperatura afecta enormemente los cuerpos de agua ubicados en territorio chileno, y por consecuencia al ciclo del agua.

Sobre la manera en que el ciclo hidrológico (o ciclo del agua) puede ser simulado a través de un experimento, hay bibliografía que busca explorar una manera más adecuada de enseñarlo dentro de las aulas de clases, las investigaciones hechas por Granada Díaz, I. (2019) y Miracle, M. R. (2006) son un perfecto ejemplo de ello ya que se concentran en explicar el porqué de la importancia de entender cómo funciona el ciclo del agua. La didáctica de la geografía es partícipe de esta investigación, y ante ello queremos indagar en la capacidad de realizar esta simulación con instrumentos rudimentarios.

Para poder presentar de mejor forma nuestro proyecto, primero presentamos la metodología utilizada. Posterior a ello, se exponen los resultados obtenidos durante el proceso, entregando también gráficos que rescatan datos que se obtuvieron por medio de la observación y medición.

2. Metodología

Para este artículo nos planteamos comprender, ¿de qué manera cambia el ciclo del agua según diferentes características de insolación, temperatura y salinidad de un cuerpo de agua?

El presente trabajo busca simular el ciclo hidrológico y visualizar la manera en que interactúa con el medio ambiente. Para ello, se irá cambiando las características iniciales del agua, tanto en la temperatura como en la salinidad de la misma, junto con un intento de reproducir la exposición a la insolación para ver la interacción bajo estas condiciones.

Nuestra hipótesis señala que es esperable que exista un cambio en el ciclo del agua dependiendo de las características de ésta, su temperatura y los factores ambientales, donde debería verse que en un mismo periodo de tiempo,

con el agua a mayor temperatura, la evaporación se aceleraría. Al contrario, a menor temperatura del agua, pero en el mismo periodo de tiempo, el proceso de evaporación iría más lento.

También debería afectar la salinidad del agua y la insolación a la cual está expuesta. Debería presentarse una aceleración de la evaporación, si se aumenta la radiación a la cual está expuesta el agua, a pesar de mantener el tiempo de exposición. En cuanto a la salinidad del agua, es esperable una variación en la evaporación respecto al agua dulce, si la temperatura inicial es mayor.

Con el objetivo de obtener datos, diseñamos un experimento sobre el ciclo hidrológico, intentando simular las condiciones en las que estos sucesos se hacen presente en un ambiente natural. Para ello utilizaremos una fuente transparente de buen tamaño, una fuente pequeña, papel alusa, cinta adhesiva, jeringa, agua (400ml), sal (10g), algún objeto que haga peso (en la simulación de una pendiente sobre la alusa), una lámpara de escritorio con una ampolla de voltaje alto y un hervidor eléctrico.

2.1. Primer intento

Agua a temperatura ambiente y radiación solar simulada por medio de una ampolla de 1055 LM

Paso 1: Para comenzar, tomamos la fuente más pequeña y la introducimos dentro de la más grande de manera que estuviera centrada. Tras esta acción, agregamos el agua (400 ML) a la fuente de mayor tamaño, tomando en cuenta que ésta no traspasara el nivel de la más pequeña.

Paso 2: Cubrimos la parte superior de la fuente con papel alusa, luego utilizamos la cinta adhesiva, enrollando alrededor de la

fuelle para sellar por completo y evitar el acceso de cualquier agente externo.

Paso 3: Posicionamos el elemento pesado encima de la envoltura de papel alusa, dejándola justo en el centro, después la dejamos bajo la luz de la lámpara durante 15 minutos. Transcurrido ese tiempo, retiramos la alusa y medimos el contenido de la fuente más pequeña con ayuda de la jeringa.

2.2. Segundo intento

Agua a temperatura ambiente, con radiación solar simulada por medio de una ampollita de 1055 LM y con 10 gramos de sal.

Paso 1: Para comenzar, tomamos la fuente más pequeña y la introducimos dentro de la más grande de manera que estuviera centrada. Tras esta acción, agregamos los 10 gramos de sal en el agua (400 ML) y traspasamos está a la fuente de mayor tamaño, tomando en cuenta que no sobrepase el nivel de la más pequeña.

Paso 2: Cubrimos la parte superior de la fuente con papel alusa, luego utilizamos la cinta adhesiva, enrollando alrededor de la fuente para sellar por completo y evitar el acceso de cualquier agente externo.

Paso 3: Posicionamos el elemento pesado encima de la envoltura de papel alusa, dejándola justo en el centro, después la dejamos bajo la luz de la lámpara durante 15 minutos. Transcurrido ese tiempo, retiramos la alusa y medimos el contenido de la fuente más pequeña con ayuda de la jeringa

2.3. Tercer intento

Agua a 100° de temperatura y sin radiación solar.

Paso 1: Ponemos a hervir el agua, mientras tomamos la fuente de menor tamaño y la posicionamos dentro de la más grande.

Paso 2: Una vez que el agua esté hervida (400 ML) la vaciamos en la fuente grande, cuidando que no sobrepase el nivel de la más pequeña, tras esto envolvemos la parte superior de la fuente de mayor tamaño con el papel alusa y sellamos alrededor utilizando la cinta adhesiva.

Paso 3: Empleamos el objeto pesado sobre la cubierta de alusa dejándolo completamente centrado, dejamos reposar el recipiente por 15 minutos. Transcurrido ese tiempo, retiramos la alusa y medimos el contenido de la fuente más pequeña utilizando la jeringa.

2.4. Cuarto intento

Agua a 100° de temperatura, sin radiación solar y con 10 gramos de sal.

Paso 1: Para empezar, ponemos a hervir el agua, durante este lapso tomamos la fuente grande e introducimos la fuente pequeña dentro de la primera, asegurándonos que esté centrada.

Paso 2: Al momento de que el agua esté hervida (400 ML) tomamos los 10 grs de sal y la esparcimos en la fuente grande para luego verter el agua en ella, cubrir inmediatamente con la alusa y sellar alrededor con la cinta adhesiva.

Paso 3: Utilizamos el elemento pesado para posicionarlo justo en el centro de la cubierta, esperamos 15 minutos. Transcurrido ese tiempo, retiramos la alusa y medimos el contenido de la fuente más pequeña haciendo uso de la jeringa.

3. Resultados

Según nuestra hipótesis inicial, que dependiendo de las características del agua y del ambiente, era esperable la existencia de cambios en el ciclo hidrológico, realizamos el experimento observando cuidadosamente el proceso. En efecto hubo cambios, pero no de la manera que esperábamos.

Dentro de los principales hallazgos se puede mencionar que, en efecto, es posible realizar una simulación del ciclo con elementos rudimentarios, por lo que también es factible realizarlo en un contexto educativo. Se pudo corroborar que una temperatura inicial alta, acelera el proceso de evaporación, condensación y precipitación, mientras que la salinidad eleva el punto de ebullición del agua, retrasando así el ciclo en su conjunto

Imagen 1: Primer intento



En la tabla 1, sintetizamos los resultados obtenidos durante el experimento y a continuación detallamos también los cambios que fuimos observando durante la realización del mismo.

Tabla 1. Datos recolectados.

N°	T° del agua	Salinidad del agua	Recolección
1	Ambiente	0	0
2	Ambiente	10 gr.	0
3	100 °C	0	2,5 ml
4	100 °C	10 gr.	1,0 ml

Para trabajar la hipótesis de que la sal retarda la velocidad de evaporación del agua, escogimos mantener la temperatura ambiente del agua y examinar las diferencias si en el siguiente intento agregamos 10 gramos de sal.

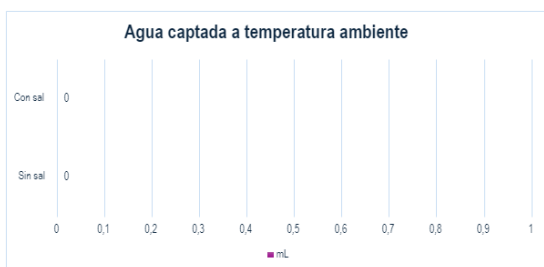
No hubo evaporación en 15 minutos pese a la exposición a la radiación solar que se dio en el primer intento. Hubo leve aparición de burbujas pequeñas, pero no logró llegar a evaporar, por tanto, tampoco se logró condensar en la alusa y no se recolectó agua, quedando en 0ML dentro del frasco pequeño.

Imagen 2: Segundo intento



De la misma forma, una vez añadiendo salinidad, se mantuvo en 0 ML la recolección realizada durante un mismo periodo de tiempo a pesar de que formó burbujas también. Lo vemos expuesto en el gráfico 1.

Gráfico 1: agua captada a temperatura ambiente.



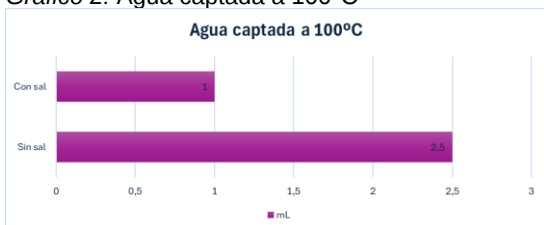
Fuente: Elaboración propia.

Buscando acelerar el proceso de evaporación para ver la interacción con la sal, cambiamos la característica inicial del agua y la hervimos para realizar el mismo procedimiento a partir de ese momento.

Esta vez logramos obtener los resultados documentados en el gráfico 1.

Con agua a 100°, durante los 15 minutos, el ciclo hidrológico fue rápido. La evaporación y condensación se logró, y gracias a la pendiente sobre el papel alusa se obtuvo una precipitación forzada dentro del frasco pequeño. Los valores obtenidos fueron de 2.5 ML en este intento.

Gráfico 2: Agua captada a 100°C



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 3: Tercer intento



Nuestra hipótesis se pudo ver comprobada una vez repetimos el proceso, pero agregando los 10 gramos de sal al agua hervida previamente.

Imagen 4: Cuarto intento



Todo el ciclo hidrológico fue visible para nosotras, tanto la evaporación, como condensación y la precipitación que esperábamos. Sin embargo, al medir el agua recolectada tras la precipitación en el frasco pequeño, observamos que hubo una disminución de la cantidad de agua contenida en el interior, existiendo 1ML al ser medido por la jeringa que empleamos en las mediciones anteriores.

Existió, entonces, una ralentización del proceso hidrológico debido a la salinidad del agua que usamos de muestra.

4. Discusión

Conforme a los resultados obtenidos luego de haber realizado el experimento, podemos establecer que las características del agua, y la interacción con el ambiente, sí influyen en el comportamiento del ciclo hidrológico y pudo ser reflejado durante el experimento, aunque no de la manera que esperábamos.

En cuanto al intento 1 y 2 (agua a temperatura ambiente), sólo se logró obtener burbujas, las cuales debemos comprender como vapor de agua, y que pueden aparecer previo a los 100°. Sería esperable haber obtenido mejores resultados de haber extendido el tiempo del experimento, posiblemente a 2 horas, y sin las limitaciones de las cuales nos extenderemos más adelante.

En el intento 3, observamos el proceso de evaporación, condensación y precipitación sin problemas. Tal cual mencionamos en el apartado anterior de resultados, obtuvimos 2.5ml de agua producto de la precipitación. Pero en el intento 4, tras el cambio en la característica inicial que creamos al agregar la sal, en efecto existió una disminución del agua recolectada de la precipitación ya que sólo se logró obtener 1.0ml y, por tanto, comprueba nuestra hipótesis.

Sin embargo, no es que se haya ralentizado el ciclo hidrológico propiamente tal cuando se le agregó la sal, sino que se recolectó menos agua por la interacción de la sal con las moléculas de agua. Debemos comprender que, al igual que desciende el punto de congelación del agua, la sal aumenta también el punto de ebullición del agua a 102° porque ralentiza o dificulta el movimiento de las moléculas de agua entre las de sal, lo que provoca que se requiera mayor temperatura para

evaporar y que esa temperatura sea constante.

El agua hervida utilizada en nuestro experimento, una vez vertida sobre la fuente grande, mantiene la temperatura por cierta cantidad de tiempo limitado, por lo que la evaporación del agua salada se vio afectada por no mantener la temperatura de ebullición necesaria, acortando el tiempo en que puede evaporarse y condensarse para posteriormente precipitar.

Otro hallazgo realizado y relevante en el 4 intento es que el agua recolectada, producto de la evaporación y posterior condensación, tenía una concentración menor de salinidad. Esto sólo pudimos verificarlo al probar el líquido obtenido. Esto implica que las moléculas de agua se separaron de gran parte de la sal al momento de evaporarse, lo cual podría explicarse comprendiendo la diferencia de densidades entre el vapor de agua y la sal. Aquello de menor densidad tiende a ascender, como el vapor de agua.

Las investigaciones y experimentos que podríamos consultar dentro del marco trabajado, en general, hablan del ciclo hidrológico y las alteraciones de éste por la acción humana, o de cómo llevar a cabo una simulación del ciclo del agua en un contexto escolar. Con este experimento no sólo comprobamos que puede realizarse con alumnos y con herramientas sencillas, sino que también entregamos algunos alcances que pueden guiar de mejor manera la realización de esta experiencia.

Por ejemplo, logramos detectar que se requiere un tiempo prolongado para observar el proceso completo, que se debería buscar maneras de acelerar manualmente la toma de muestras, pero que ello implica el alterar de cierta forma la sencillez propia de la actividad y que no siempre puede llevarse a cabo dentro de un aula de clase. Por tanto, pensando en una realización pedagógica, se puede

comprender que la actividad deba prepararse para ser realizada en un tiempo más amplio que el de una hora lectiva.

Durante la ejecución del experimento nos enfrentamos a múltiples situaciones que generaron contratiempos en nuestra acción y acotaron los resultados que obtuvimos. Una de estas situaciones fue la gran dificultad que enfrentamos para lograr simular la radiación solar, ya que al no contar con un clima adecuado para poder utilizar la luz solar natural, nos vimos obligadas a simularla de manera artificial, para esto requerimos de un fuente de energía lumínica que fuese generar la suficiente calidez para lograr el mismo efecto que la radiación solar sobre el agua, en este caso debíamos contar con una ampolleta halógena la cual cumpliría con este propósito.

Sin embargo las dificultades se hicieron presente una vez más, ya que a pesar de realizar una extensa búsqueda y agotar las instancias de acción que nos ofrecía nuestro limitado tiempo, resultó completamente imposible obtener una ampolleta de este tipo, en vista de esto, no nos quedó otra opción más que disponer de una de tipo de LED, la cual terminó siendo muy poco útil para nuestros propósitos.

Vale la pena mencionar que nuestro trabajo tuvo que ser realizado de manera mucho más simple y artesanal, que la forma en la que hubiese podido desarrollarse dentro de un ambiente apto y adecuadamente preparado para este tipo de actividades, además de que contábamos con un límite de tiempo algo acotado, el cual no nos permitía realizar los ajustes necesarios para lograr acercarnos más los parámetros de nuestro experimento a los que esperábamos poder conseguir al momento de llevarlo a cabo.

Por supuesto, también se debe mencionar que el agua utilizada para estos propósitos no era agua pura propiamente tal, sino proveniente de la llave de agua y, por tanto, podría tener algunos químicos que podrían influir en los resultados obtenidos, pero esto siempre comprendiendo que el agua siempre tiene diferentes elementos en mayor o menor medida.

5. Reflexiones

En este experimento logramos aprender mucho más respecto al ciclo hidrológico y sus características, ahondando respecto a las consecuencias de la interacción con los elementos propios del medio ambiente. Para comprender lo que obteníamos, también tuvimos que enfocarnos en la indagación bibliográfica de información atinente a los procesos recreados y reacciones observadas en el fenómeno geográfico.

Respecto al procedimiento, nos ayudó a mejorar la manera en la cual experimentamos, aprendiendo que la no existencia de resultados no implica una falla en el trabajo, sino que se requiere repetir las veces necesarias y realizando ajustes adecuados, por lo cual se requiere mayor resiliencia, tener una actitud abierta y ser capaces de replantear un problema, siempre buscando la mejora continua en el aprendizaje.

Desde el punto de vista pedagógico, logramos recabar información sobre cómo sería la manera más adecuada de realizar el experimento en aula. No es difícil de realizar, aunque sí hay que conseguir algunos materiales menos rudimentarios que los utilizados o, de otra manera, planificarlo en época distinta al invierno, donde es más complicado obtener insolación directa.

La importancia de comprender este ciclo hidrológico radica en que nos vemos

afectados por él constantemente incluso si no nos percatamos de ello. Yendo a un acontecimiento más específico, no mucho tiempo atrás, las noticias hablaban sobre la llegada del fenómeno de la niña que afectará a nuestro país, cuyo nombre está asociado en lo popular a la sequía, pero no se comprende en específico los procesos que intervienen.

Cabe destacar que el Fenómeno de la Niña y del Niño están relacionados, pues ambos son producto de cambios de temperatura en el océano. Centrándonos en el de la niña, existe una disminución de la temperatura de las aguas marinas, lo cual implica una menor humedad en el ambiente y, en consecuencia, una ausencia de precipitaciones. Esto se pudo ver reflejado en nuestro experimento, pues cuando la temperatura del agua fue descendiendo, la evaporación también disminuyó hasta que la precipitación fue nula.

Caso contrario sucede con el Fenómeno del Niño, pues ocurre cuando el agua del océano sufre un aumento de sus temperaturas por sobre la media histórica. Ello conduce a una humedad mucho más alta que produce, a su vez, una mayor pluviosidad en las regiones afectadas. Efecto que pudo ser comprobado en nuestro experimento al momento de elevar la temperatura inicial del agua y que resultó en una mayor recolección de agua procedente de la precipitación.

Hay que comprender que la ocurrencia de estos fenómenos tiene un fuerte impacto en la relación humano-medio ambiente, pues periodos de sequía o de mucha pluviosidad por supuesto inciden en la economía y salud del ser humano. Si bien no es algo que sólo por entenderlo podamos evitar, su conocimiento ayuda a tomar medidas preventivas cuando se logra planificar políticas adecuadas considerando la interacción del clima con el espacio geográfico, lo cual podría prevenir futuras tragedias.

La educación geográfica es relevante y necesaria dentro de la formación de cada persona, por lo cual debería ser parte de los objetivos priorizados por el currículum nacional. El experimento, además de demostrar la incidencia del ciclo hidrológico, probó que no se requiere gran instrumental para poder simplificar la enseñanza de la geografía por medio de la experimentación y vivencias de los estudiantes.

6. Bibliografía

- De Miguel, Á., Lado, J. J., Martínez, V., Leal, M., & García, R. (2009). "El ciclo hidrológico: experiencias prácticas para su comprensión". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(1), 78-85.
- Errázuriz, A. (2000). *Manual de Geografía de Chile*. Editorial Andrés Bello.
- Galvín, R. M. (2008). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. España: EMACSA.
- Granada Díaz, I. (2019). *Desarrollo de motivación intrínseca durante el aprendizaje del ciclo del agua*.
- Maderey Rascón, L. (2005). *Principios de Hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico*. UNAM.
- Miracle, M. R. (2006). "Consideraciones y casos en torno al ciclo del agua." *Polis: Revista Latinoamericana*, (14), 7.
- Rozanski, K., & FLOWLER, S. (1989). *Estudios oceánicos mundiales, el efecto invernadero y el cambio climático: investigación de sus interrelaciones*. United Nations Environment Programme-UNEP.
- Strahler, A. (1994). *Geografía física*. Ediciones Omega.
- Tomé, C. (2024). *El ciclo de la sal en los océanos y su impacto en el colapso de la AMOC*. Cuaderno de Cultura Científica.
- Universidad Central de Chile. (s. f.). *Datos generales sobre Chile*. <https://www.uccentral.cl/internacionalizacion-en-la-ucen/datos-generales-sobre-chile>
- Villón Béjar, M. (2004). *Hidrología*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.