

MÓDULOS

CON ENFOQUE

INDAGATORIO

ICEC-OEI

CAMBIO CLIMÁTICO



Cuaderno de estudiantes 1

CRÉDITOS

Módulos con enfoque indagatorio - CAMBIO CLIMÁTICO

La serie de Módulos con Enfoque Indagatorio ha sido elaborada y diseñada por el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM), perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en el marco de licitación pública OEI-LIC-1-17 de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), en colaboración con el Ministerio de Educación de Chile.

Ministerio de Educación **División Educación General**

Edición equipo Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC)

Daniel Caffi Pizarro
Edgard Hernández Lémann
Eugenia Mancilla Fernández

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso **Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM)**

Coordinación Ejecutiva

Roberto Morales Aguilar

Edición

Rocío Fuentes Castro
Gabriel Caro Franco

Autores

Corina González Weil
Gloria Menares Vilches
Luis Vega Díaz
Beatriz Barrios Vauclin
Rafael Fernández Verdugo
María Angélica Herrera Carvajal

Diseño gráfico y diagramación

Leonardo Messina Araya

Personajes e infografías

Cristian Rivera Urrutia

Fotografías

Pixabay
Shutterstock
Freepick

ISBN

N° 978-956-8624-24-8

Santiago de Chile, 2021

Nota: En el presente documento se emplean de manera inclusiva términos como “docente”, “profesor”, “estudiante”, etc. y sus respectivos plurales, para referirse a hombres y mujeres.

ÍNDICE

Introducción _____	04
Estructura del módulo _____	05
Experiencia de aprendizaje 1: ¿Qué es el efecto invernadero?	06
- Actividad 1: Consecuencias del calentamiento global en el ecosistema antártico _____	07
- Actividad 2: Modelos experimentales del calentamiento global _____	11
- Actividad 3: Análisis de gráfico referido a la variación de temperatura y concentración del dióxido de carbono manifestado en la atmósfera en los últimos años _____	14
Experiencia de aprendizaje 2: ¿Por qué se derrite el hielo de los polos?	18
- Actividad 1: El calentamiento global y el agua de la Tierra _____	19
- Actividad 2: Representar el derretimiento de los hielos _____	21
- Actividad 3: ¿Qué dice la ciencia sobre el derretimiento de los hielos? _____	24
- Actividad 4: Ayudemos a crear conciencia acerca del derretimiento de los hielos _____	26
Experiencia de aprendizaje 3: ¿Cómo afecta el aumento de la temperatura a los seres vivos?	28
- Actividad 1: ¿Qué ocurre con las tortugas verdes (<i>Chelonia mydas</i>) cuando aumenta la temperatura del mar? _____	29
- Actividad 2: Relación entre el aumento de la temperatura y la presencia o ausencia de especies naturales en un determinado territorio _____	33
- Actividad 3: Redes tróficas _____	35
- Actividad 4: ¿Cómo se relaciona el aumento de la temperatura ambiental, con el impacto que tienen los hongos sobre las araucarias? _____	37

Introducción



¡Hola! Soy Gino, el Pingüino

Te damos la bienvenida al módulo Cambio Climático. Este es un recurso didáctico que te propondrá algunas actividades para conocer acerca de lo importante que es el cuidado del medioambiente y podrás reflexionar sobre algunos problemas ambientales que estamos viviendo actualmente.

¿Qué entendemos por calentamiento global?

El calentamiento global es un síntoma de un problema mayor: el cambio climático (variaciones en las condiciones del clima) causado por los seres humanos. Las generaciones anteriores a la nuestra no tenían suficiente conocimiento acerca de las causas de este cambio climático, sin embargo, vivieron cuando este recién nacía, por lo que tuvieron la oportunidad de evitarlo.

Las generaciones que nos sucederán, sin embargo, ya no tendrán tiempo para llevar a cabo las acciones que se necesitan para prevenirlo. Depende de nosotros, los habitantes actuales del planeta, cambiar drásticamente nuestro comportamiento y forma de vida, ejecutando las acciones necesarias para frenar las consecuencias de este cambio y preservarnos como especie.

Te invitamos a hacer un viaje para profundizar en distintas dimensiones de este gran problema. Iniciarás con el efecto invernadero, para terminar con problemáticas relacionadas con el derretimiento de los hielos y el efecto del cambio en la temperatura sobre distintos ecosistemas.

Te invitamos a profundizar, analizar y reflexionar para tomar una postura crítica en relación con temáticas que son de interés de toda nuestra sociedad.



El cambio climático se reconoce como un fenómeno global que comenzó con la emanación desmedida de gases contaminantes. Estos dañan la capa de ozono y aumentan la temperatura de la Tierra.

Estructura del módulo

Este material se organiza en actividades divididas en tres grandes experiencias. El propósito fundamental de las actividades propuestas para cada una de ellas es tener la oportunidad de recorrer distintas ideas respecto del cambio climático, enfocadas en problemáticas reales.

A partir de este material podrás identificar problemas, comprenderlos, modelizar ideas científicas para crear modelos mentales y registrar datos para resolver desafíos concretos.

¿Cuáles son los temas de estas experiencias?

Experiencia 1:

¿Qué es el efecto invernadero?

Intensificación del efecto invernadero como principal causa del cambio climático.

Experiencia 2:

¿Por qué se derrite el hielo de los polos?

Consecuencia física-geográfica representativa del cambio climático.

Experiencia 3:

¿Cómo afecta el aumento de la temperatura a los seres vivos?

Análisis de las consecuencias del aumento de la temperatura para la sobrevivencia de las especies.

EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

¿Qué es el efecto
invernadero?

1

Actividad 1: Consecuencias del calentamiento global en el ecosistema antártico



Te invitamos a leer los siguientes textos para conocer algunos antecedentes sobre el cambio global, calentamiento global y cambio climático. Luego, podrás reflexionar en torno a ellos.

Cambio global v/s calentamiento global

El cambio global se refiere al cambio ambiental y social que viene experimentando el planeta de manera acelerada en las últimas décadas, y que incluye aspectos como la deforestación y pérdida de hábitat, la globalización política y económica, transformación de procesos sociales, económicos y políticos, la pérdida de biodiversidad, y el cambio en los patrones de consumo, entre muchos otros procesos (Johnston, Taylor, & Watts, 2002).

(...) El cambio global, al menos los aspectos relacionados a los ciclos de materia, flujos de energía y fenómenos biofísicos de la Tierra, han existido desde el inicio de la historia del planeta (McKenzie, 2003; Wood, 2004). (...) Desde este punto de vista, el cambio global actual sería una faceta normal del funcionamiento del planeta. Sin embargo, al superponerle los impactos de las actividades humanas, su velocidad y su magnitud han aumentado de manera sustancial, haciendo que el cambio global actual sea mucho más rápido que el que se encuentra en el pasado geológico del planeta (Barros, 2007; Johnston et al., 2002; Silver & De Fries, 1990). Igualmente, su magnitud se ha acrecentado, y las actividades de una sola especie, la especie humana, están cambiando de manera radical las condiciones de todo el planeta (...).

El calentamiento global opera dentro del contexto del cambio global reciente. Básicamente, es un fenómeno que está asociado al aumento de la concentración de ciertos gases, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera (Barros, 2007; Goudie, 2005; IPCC, 2007; Lutgens et al., 2006; McKenzie, 2003)” (Guhl, 2008, p. 22-23)

(Extracto del artículo de Guhl, A. (2008). Aspectos éticos del calentamiento climático global. Revista Latinoamericana de Bioética, 8(2): 20-29)

1. ¿Qué opinas acerca de este texto?
2. ¿Es correcto decir que cambio global y calentamiento global son sinónimos?, ¿por qué?
3. Evalúa lo que sabías antes acerca de estos conceptos y lo que sabes ahora.



El fracaso reproductivo de pingüinos emperador en el mar de Weddell y la importancia de las Áreas Marinas Protegidas en la Antártica

La revista *Antarctic Science* publicó el miércoles pasado un estudio de investigadores del *British Antarctic Survey* titulado “Emperadores en hielo quebradizo: tres años de fracaso reproductivo en la bahía Halley” (“*Emperors on thin ice: three years of breeding failure at Halley Bay*”).

Hace algunos años ya se había reportado la extinción local de una colonia de pingüinos emperador en las islas Dion (bahía Margarita, península Antártica, 67° 51.9' S, 68° 42.6' W), en el límite norte de distribución de esta especie. Ahora se registra en el otro lado de la península, al oeste del mar de Weddell, una reducción drástica en una de las más grandes colonias de emperadores que se conoce (5 % a 9 % de la población global, cerca de 20 mil parejas).

Los pingüinos emperador se reproducen sobre zonas de hielo marino estable. Sin embargo, el colapso de la placa de hielo en la bahía Halley (75° 33' S, 27° 32' W) en 2016 no permitió que ninguno de los polluelos sobreviviese. Esto se repitió en 2017 y 2018.

Esta situación coincide con años en donde ocurrió una importante variabilidad climática, que habría producido la ruptura y consecuente inestabilidad del hielo.

En 2019, en el último conteo mediante imágenes satelitales de alta resolución casi no había adultos de pingüino emperador en la colonia. Sin embargo, el estudio también destaca un significativo incremento de un 1.000 % en una colonia que está 55 km al sur, lo que sugiere que las parejas estarían migrando hacia esta y otras colonias con condiciones más favorables.

El calentamiento de la península Antártica está cambiando la duración y extensión del hielo marino y las zonas estables de hielo terrestre están retrocediendo a una tasa de muchos kilómetros por año. Se estima que la población global de pingüinos emperador se reducirá en 50 a 70 % en las próximas décadas solo por consecuencia del calentamiento de la Antártica.

Así, en un ambiente con cambios tan rápidos, es importante garantizar que las especies estén protegidas de la variabilidad ambiental y de otras amenazas (por ejemplo, sobrepesca, polución e interferencia humana en zonas reproductivas) para que tengan resiliencia frente a los cambios climáticos.



En este sentido, la propuesta de Área Marina Protegida del Dominio 1 (Península Antártica occidental y sur del Arco de Scotia) liderada por científicos de Chile y Argentina presentada en octubre de 2018 (**figura 1**), considera la protección de grandes áreas sensibles al deshielo en el sur de la península, donde se dará especial atención a controlar los impactos de actividades humanas y al estudio de los impactos del cambio climático sobre la biota y el ecosistema en general.

Además, considera un área de protección general en la zona al sur de bahía Margarita para otorgar protección extra a colonias de pingüinos emperador. Por ejemplo, se ha descrito la existencia de una colonia ubicada en isla Smyley (72° 18' S, 78° 49.8' W), la que está formada por más de 6.000 adultos de acuerdo a una estimación realizada en 2009. La medida igual protegería otros importantes objetivos de conservación: áreas de reproducción de kril, áreas de alimentación de predadores como orcas y también áreas de importancia para reproducción y estadios tempranos de peces.

Hallazgos como el recién publicado, no solo resaltan la importancia de la creación de áreas marinas protegidas en la Antártica para preservar a sus especies, procesos y ecosistemas ante el escenario de cambio climático, sino que igualmente resaltan la necesidad de desarrollar un plan de investigación y monitoreo del área para entender de mejor manera cómo los organismos reaccionarán a los cambios ambientales.

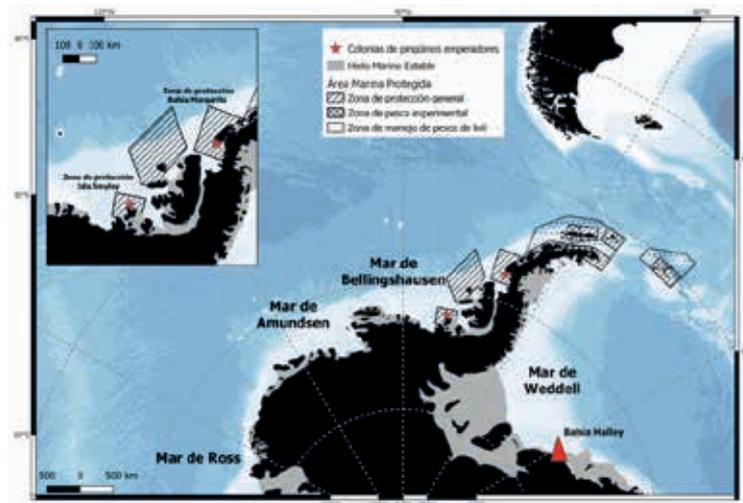


Figura 1. Mapa del Área Protegida propuesta por científicos de Chile y Argentina en 2018 (AMPD1), indicando las zonas de protección de las colonias de pingüinos emperador. Se indica con un triángulo rojo la colonia estudiada por los científicos del British Antarctic Survey (BAS).

Fuente: <http://www.inach.cl/inach/?p=26510>

Guía de análisis sobre el artículo: El fracaso reproductivo de pingüinos emperador en el mar de Weddell y la importancia de las Áreas Marinas Protegidas en la Antártica

Objetivo: Comunicar y explicar conocimientos provenientes de investigaciones o noticias en forma oral y escrita, incluyendo tablas, gráficos, modelos y TIC.

Integrantes:

1.	4.
2.	5.
3.	6.

Actividades:

1. Lean individualmente y luego comenten en grupo el artículo señalado. Destaquen las ideas principales.
2. Comenten colectivamente las ideas expresadas en dicho artículo y seleccionen aquella que represente la relación entre el medioambiente y el cambio climático. Regístrenla en este espacio.

3. Formulen una pregunta acerca de cuál es el problema principal que se está abordando y escríbanlo en este espacio.

4. ¿Qué acciones concretas o reales plantearían como grupo para abordar el problema y proponer soluciones?

5. Comuniquen en una infografía que exprese en forma simple y explicativa, el problema planteado en el artículo científico publicado por INACH.

Actividad 2: Modelos experimentales del calentamiento global

Análisis previo de diseños experimentales



Observen atentamente los sistemas experimentales presentados en la página siguiente. Identifiquen los materiales utilizados y luego respondan estas preguntas:

1. Observen el esquema en la siguiente página. ¿Cuál de los tres sistemas, crees que representa mejor la Tierra y su atmósfera? Encierren en un círculo la alternativa que consideren correcta.

Sistema A

Sistema B

Sistema C

2. ¿Cuál de los tres sistemas, crees que representa mejor el calentamiento global? Encierren en un círculo la alternativa que consideren correcta.

Sistema A

Sistema B

Sistema C

Elegimos el sistema _____ porque _____

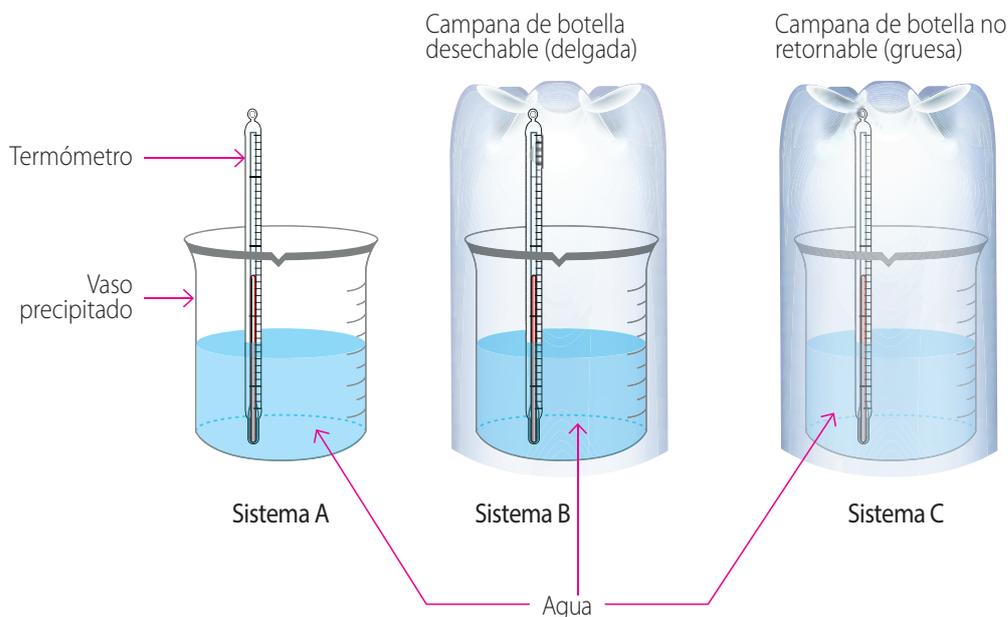
3. ¿Por qué es necesario contar con el sistema C? Expliquen.

Manual montaje de sistemas experimentales analógicos

A continuación, podrán montar sus diseños experimentales. Sigán con atención los siguientes pasos:



- Paso 1** ▶ Preparen tres vasos de precipitado con 50 cc de agua cada uno. Etiquétenlos como: Sistema A, Sistema B y Sistema C.
- Paso 2** ▶ Dispongan de un termómetro para cada sistema (A, B y C).
- Paso 3** ▶ Dispongan una campana de botella de bebida desechable (delgada) para el sistema B.
- Paso 4** ▶ Dispongan una campana de botella de bebida retornable (gruesa) para el sistema C.
- Paso 5** ▶ Guíense por los diseños discutidos al inicio de la clase y las explicaciones de su profesor.



Registro de datos: sistemas experimentales sometidos a la radiación solar

Caracterización del lugar

Fecha: _____

Lugar de realización de la actividad	
Hora (inicio-término)	
Condición climática del día (soleado-nublado)	
Ubicación del colegio (Provincia- Región)	

Plantilla de registro de datos

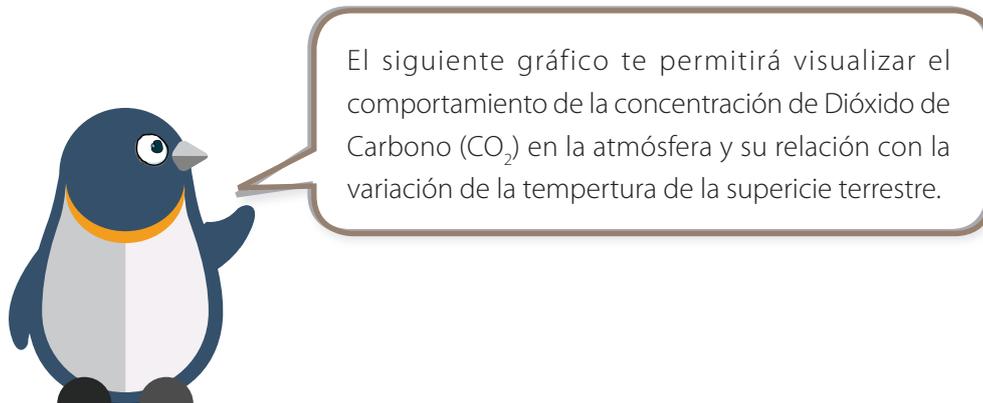
Registro de temperatura de tres diseños experimentales con 50 cc de agua cada uno, expuestos a la radiación solar, como simulación de la Tierra y el efecto invernadero.

N° de mediciones	Variables	Sistema A	Sistema B	Sistema C
1	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
2	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
3	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
4	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
5	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
6	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
7	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
8	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
9	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
10	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
11	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
12	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
13	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
14	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
15	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			
16	Tiempo (min)			
	Temperatura (°C)			

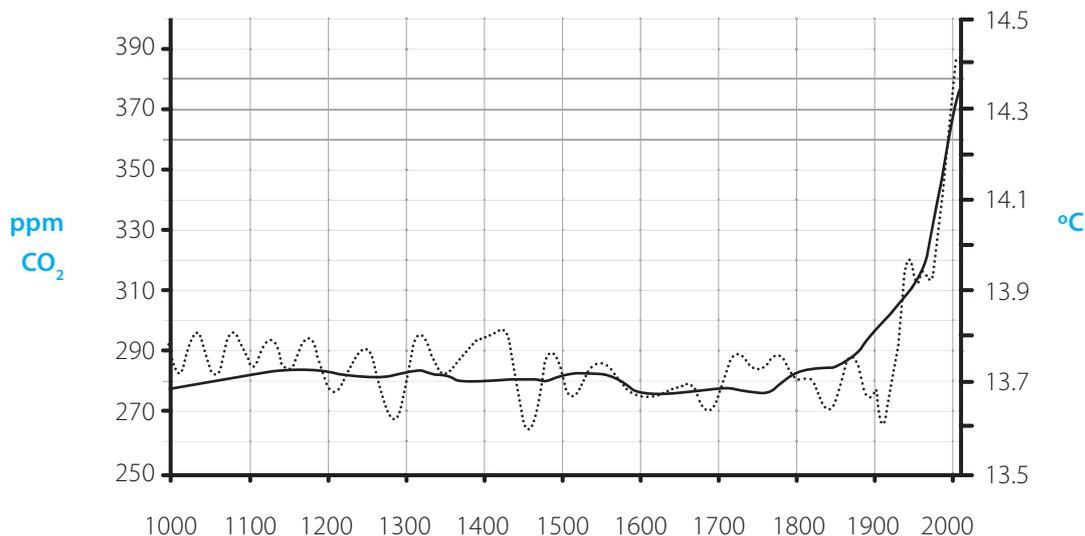
Actividad 3: Análisis de gráfico referido a la variación de temperatura y concentración del dióxido de carbono manifestado en la atmósfera en los últimos años

Guía de análisis de gráfico: Calentamiento global y efecto invernadero

Objetivo: Analizar información gráfica de los niveles de dióxido de carbono y cambios de temperatura en la atmósfera.



Concentración de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre y la temperatura media global en los últimos 1000 años



A partir del análisis del gráfico, realicen estas actividades:

1. Coloreen de azul la línea más regular del gráfico. De esta manera, habrán identificado la variación de la concentración de CO₂
2. Ahora, coloreen de rojo la figura más irregular o de zig-zag del gráfico. Ahora, habrán identificado la variación de la temperatura atmosférica en los últimos años.

3. Respecto de la graduación de la variación de temperatura (escala del lado derecho del gráfico), respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Cuál es la graduación realizada de la temperatura? (pueden tomar dos valores y restarlos).

b. ¿Qué unidad de medida se utilizó para informar la temperatura?

4. Respecto de la graduación de la variación de la concentración de dióxido de carbono (escala del lado izquierdo del gráfico), realizar lo siguiente:

a. ¿Cuál es la graduación realizada de la concentración de dióxido de carbono? (pueden tomar dos valores y restarlos)

b. ¿Qué unidad de medida se utilizó para informar la variación de concentración de dióxido de carbono?

5. Determinen los máximos y los mínimos para ambas variables: concentración de CO₂ y variación de temperatura.

Variables	Máximo	Mínimo
Concentración de CO ₂ (ppm)		
Variación de Temperatura (°C)		

6. ¿Cuántas partes por millón (ppm) de CO₂ se alcanzaron el año 1900?

7. ¿En qué año se observa un cambio brusco de la variación de la concentración de CO₂?

8. ¿En qué año se observa un cambio brusco de la variación de la temperatura?

Elaboración de gráficos (gráficos de puntos)

¡Ahora te toca a ti!

Considerando los resultados ingresados en la actividad #2 utiliza los espacios cuadriculados para graficar la información obtenida



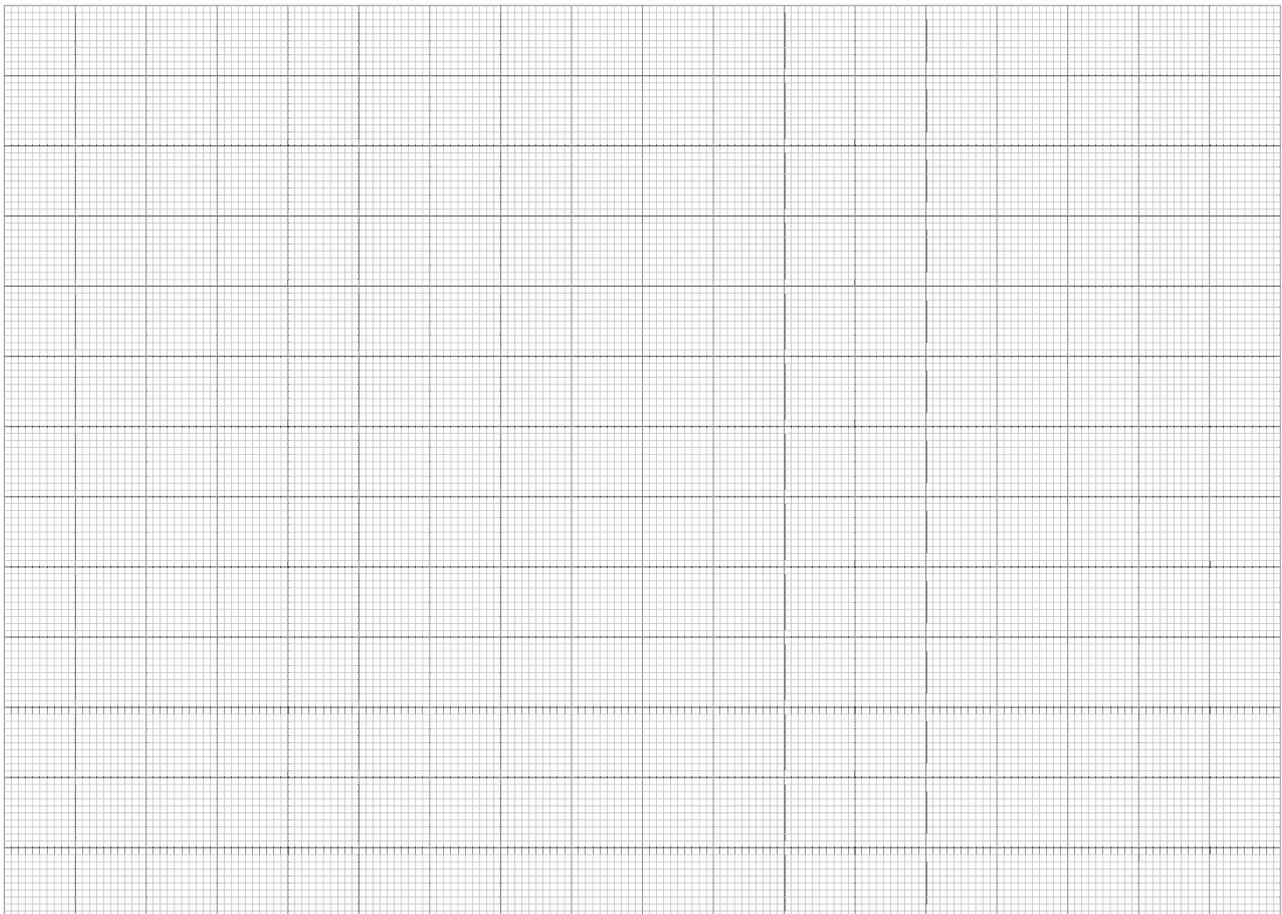
Variables a considerar:

Temperatura (**eje Y**)

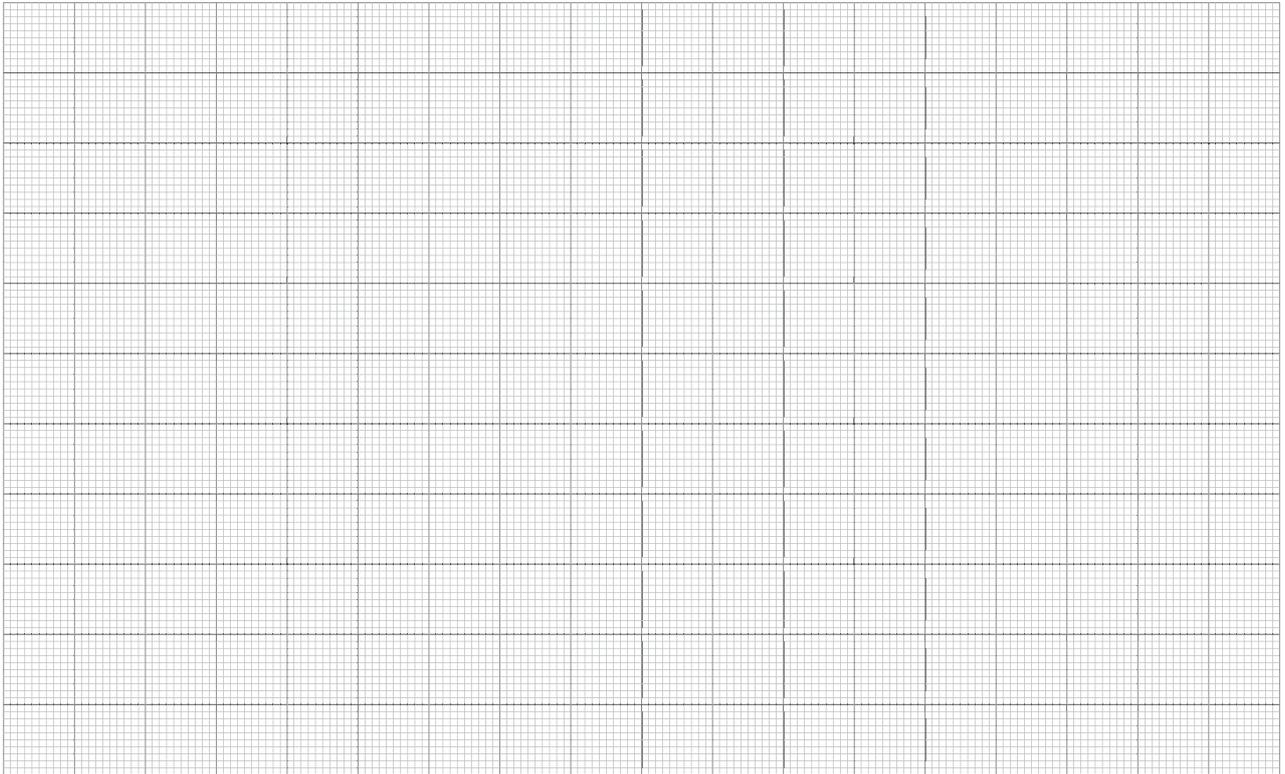
Tiempo en minutos (**eje X**)

Sistema A

(Título del gráfico) _____



Sistema B (Título del gráfico) _____



Sistema C (Título del gráfico) _____



Al comparar los tres gráficos, ¿qué podrían concluir respecto de lo que representa cada sistema? representen visualmente sus conclusiones.

EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

¿Por qué se derrite el hielo
de los polos?

2

Antes de comenzar, te invito a responder las siguientes preguntas:

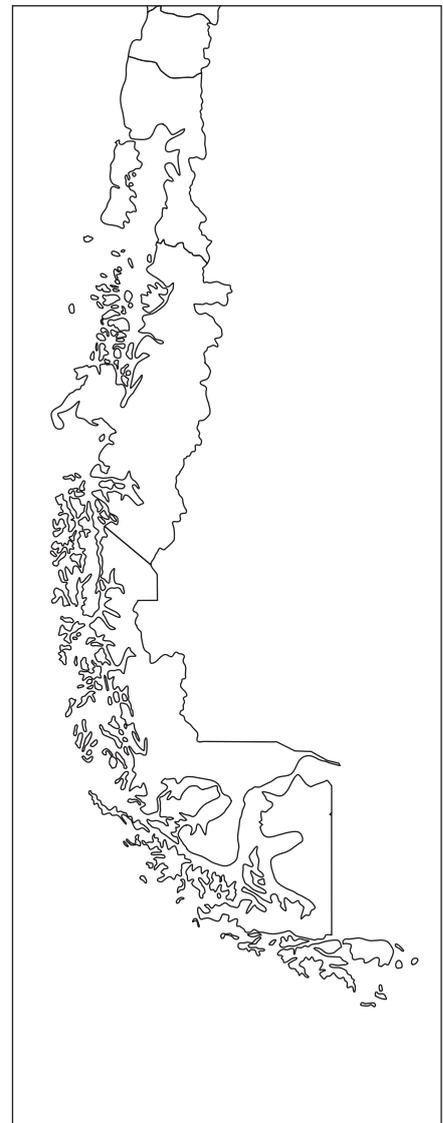
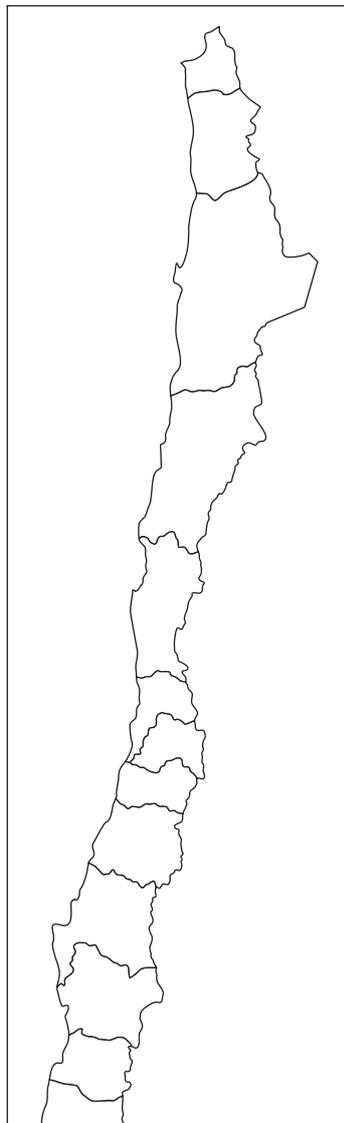
1. ¿Qué aprendieron sobre calentamiento global? ¿Pueden definirlo?
2. ¿Cuáles son los lugares del planeta en donde hay agua congelada?
3. ¿Cómo los representarías?
4. ¿Qué relación tendrá el calentamiento global y el derretimiento de los hielos?



Actividad 1: El calentamiento global y el agua de la Tierra

1. A continuación, se presenta un mapa de Chile continental. En este podrán realizar las siguientes actividades:

- a. En este mapa de Chile, ubiquen los lugares donde existen grandes reservas de agua congelada.
- b. A continuación, numeren los recortes que les entregará su profesor y las regiones de Chile a las que crean que corresponden.



2. Ingresa al sitio web:

http://www.cecs.cl/costaneradela-ciencia/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=49

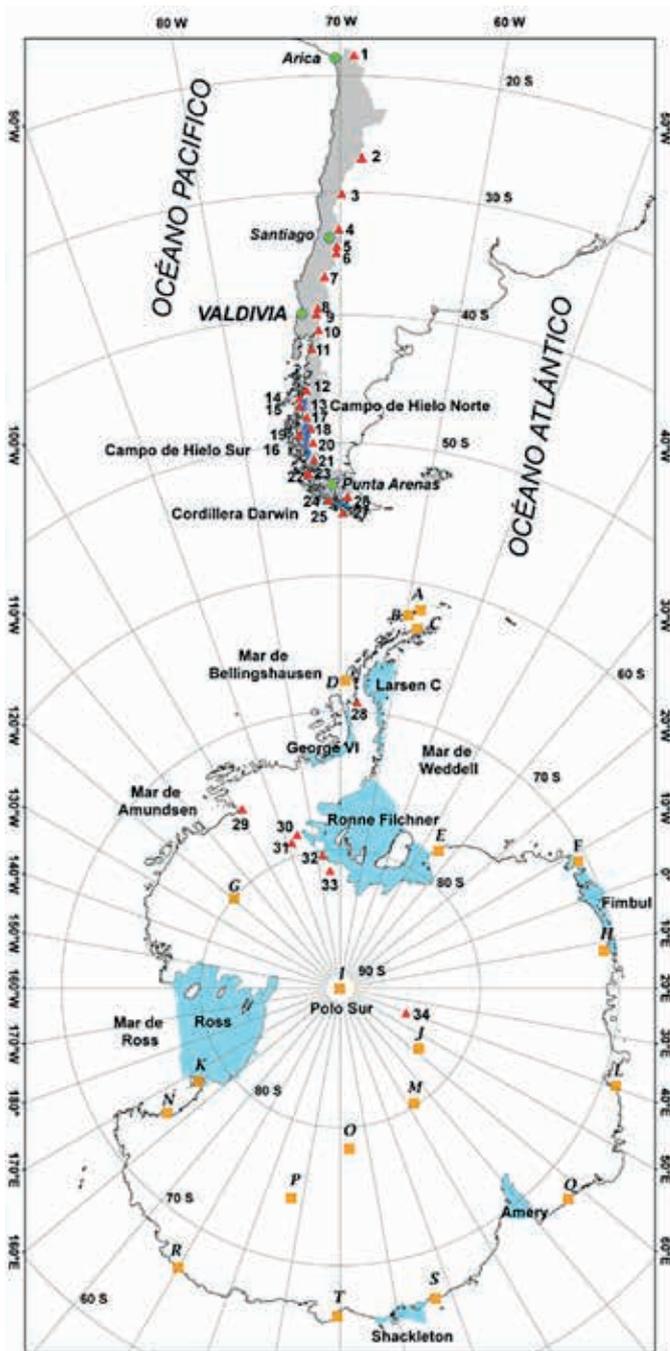
Al final de esta página web encontrarás un tríptico que muestra los glaciares presentes en nuestro país. En este material se describen las características de cada uno de ellos.

Descárgalo, léelo en grupo y, junto con tus compañeros, respondan estas preguntas:

a. ¿En qué lugares de Chile hay agua congelada?

b. ¿Cuál es la importancia de los glaciares para el planeta?

c. Revisa la descripción de los glaciares. Escoge dos que te llamen la atención y explica por qué los elegiste.



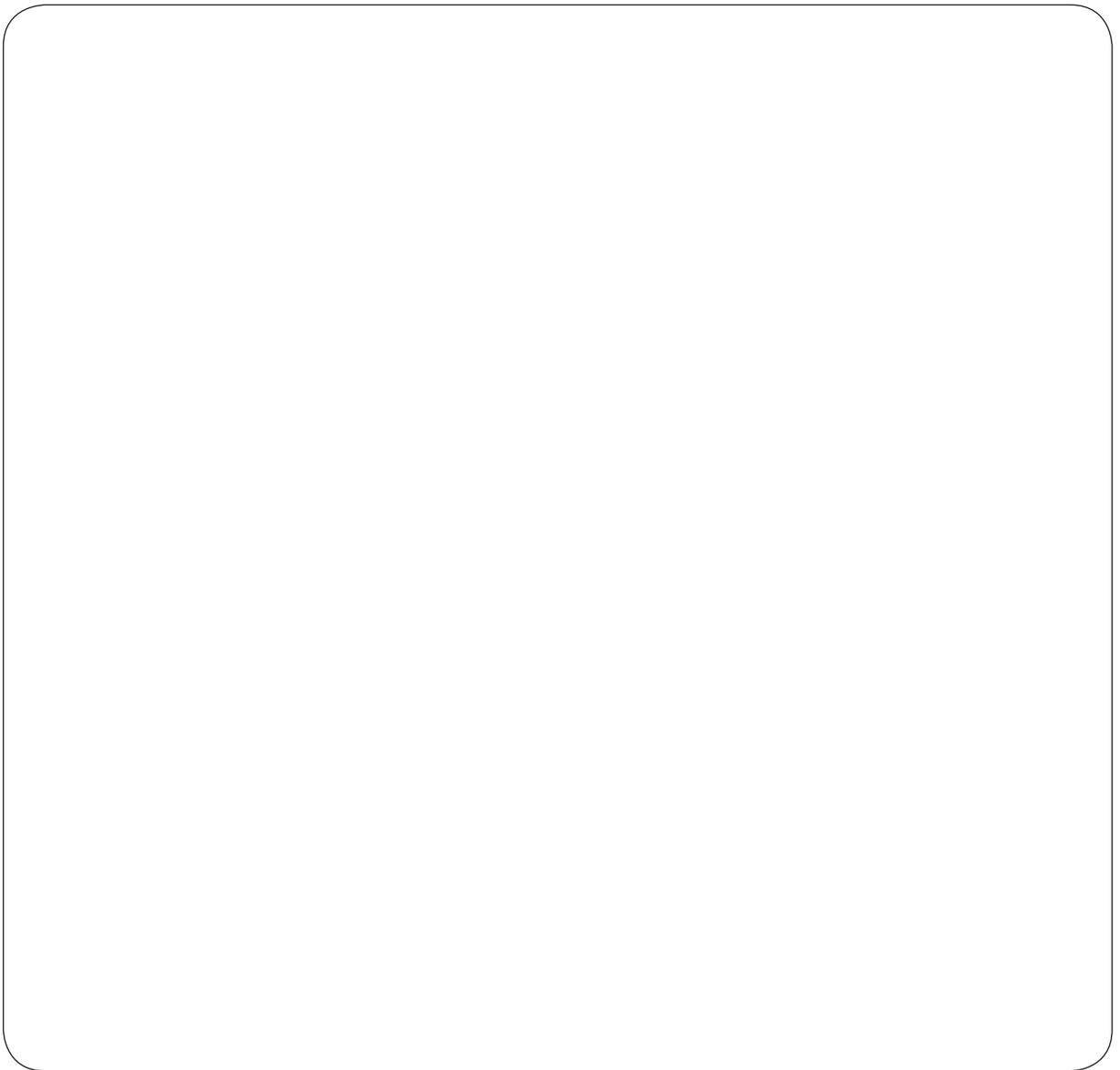
Fuente: Centro de Estudios Científicos, Mapa de los Glaciares de Chile y Antártica.

Actividad 2: Representar el derretimiento de los hielos

1. Reúnanse en equipos de trabajo (3 a 4 integrantes). Inicien su trabajo discutiendo en torno a estas preguntas. Luego, escriban las ideas que les parezcan más interesantes.

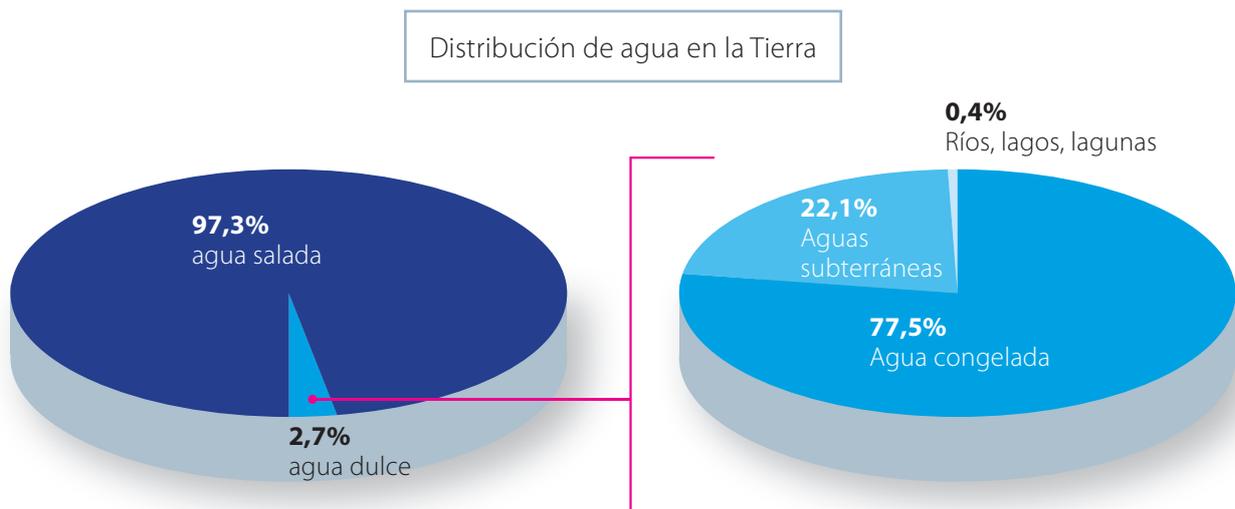
a. ¿Cómo nos afecta y nos puede afectar el calentamiento global y el derretimiento de los hielos de la Tierra?

b. ¿Cómo podemos representar lo que provoca el calentamiento global en los lugares congelados y los mares? Dibújenlo en este espacio.



c. ¿Cómo podrías probar a través de una actividad práctica lo que propones que provoca el calentamiento global en los lugares congelados y en los mares?

2. Observen el esquema y realicen las actividades planteadas.



a. ¿Qué tipo de agua es la más abundante en la Tierra?

b. ¿A qué tipo de reserva corresponde? (mares, océanos, ríos, hielos, etc.)

c. ¿Creen que el agua congelada se puede utilizar para consumo humano?, ¿por qué?

d. ¿Qué podría ocurrir con el nivel del mar de la Tierra si se derrite el agua congelada producto del calentamiento global?
