

## UNIDAD 3. Cambio climático: del saber a la acción sostenible

### PROPÓSITO DE LA UNIDAD

Esta unidad busca que los estudiantes analicen críticamente la emergencia climática y sus alcances en la sociedad, las tecnologías y los sistemas naturales; que tomen conciencia y propongan soluciones sostenibles de acción por el cambio climático sobre la base de la integración de las ciencias físicas con otras ciencias y áreas de conocimiento, considerando interrogantes como: ¿por qué se atribuye un origen antropogénico al cambio climático actual? ¿Cómo se explica la dinámica sistémica de la naturaleza? ¿De qué manera el cambio climático afecta a nuestra generación y a las próximas? ¿Cómo la física, junto con otras ciencias, puede ayudar a diseñar propuestas de acción por el cambio climático?

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1. Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.

OA 5. Investigar y aplicar conocimientos de la física (como mecánica de fluidos, electromagnetismo y termodinámica) para la comprensión de fenómenos y procesos que ocurren en sistemas naturales, tales como los océanos, el interior de la Tierra, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos.

OA 6. Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA a. Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

OA b. Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f. Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA g. Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.

OA h. Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

OA i. Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

## Actividad 1. ¿Cómo las ciencias físicas nos ayudan a comprender el cambio climático?

### PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes desarrollen un marco conceptual basado en las ciencias físicas y los conocimientos sobre sistemas que se requiere para intentar comprender el cambio climático.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1

Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.

OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

### ACTITUD

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

### DURACIÓN

8 horas pedagógicas.

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Activación

- Los estudiantes observan la siguiente imagen y, posteriormente, responden algunas preguntas.



- ¿Qué concepto engloba toda la información de la imagen? Expliquen.
- El pronóstico que transmiten los canales de televisión cada noche o cuando investigamos a través del celular, ¿se refiere al clima o al tiempo atmosférico?, ¿por qué?
- Muchas personas afirman que “el clima cambia todos los días”. ¿Están de acuerdo con la afirmación? Argumenten brevemente.
- ¿El clima refleja la diversidad de estados del tiempo atmosférico?
- ¿Qué beneficios tiene conocer el tiempo atmosférico y el clima de un lugar?
- ¿Cómo describirían el tiempo atmosférico de hoy en su comuna? ¿Se relaciona con la estación del año actual y con la zona climática en la que se encuentran?, ¿por qué?

#### Observaciones al docente

- Es relevante tener en cuenta que, en rigor, este contenido no es de física pura.
- La activación podría ser complementada con el recurso *Norte claro, sur oscuro. Explicaciones científicas a relatos y dichos populares de fenómenos meteorológicos*, disponible en: [www.curriculumnacional/link/http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2018/07/libro-norteclearo-suroscuro.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2018/07/libro-norteclearo-suroscuro.pdf)
- Existe una tendencia a pensar que estos contenidos son “fáciles”. No obstante, poco a poco se va dimensionando la complejidad, por lo que se recomienda ir paso a paso desde lo más simple.
- Es necesario asegurarse de que los alumnos comprendan y diferencien correctamente las nociones de *tiempo atmosférico* y *clima*. Para esto, es pertinente entregarles una guía para recordar los factores y elementos del clima. Esto es clave antes de que estudien el concepto de cambio climático propiamente tal.
- Asimismo, es necesario apoyar el desarrollo de los aprendizajes con algún documento o video que les haga recordar el origen de las estaciones del año y de las zonas climáticas.
- Si están respondiendo fluidamente, podría plantear otras preguntas como: ¿podríamos afirmar que se estudia el tiempo atmosférico y el clima de la misma manera?, ¿quiénes realizan tales estudios y con qué instrumentos y métodos? ¿Cuáles son los objetivos principales de los climatólogos y meteorólogos, y en qué se diferencian?, entre otras.
- Se les puede sugerir también que investiguen y analicen cómo entendían el tiempo atmosférico y el clima nuestros antepasados, y cómo se relaciona con los saberes actuales de la ciencia.
- Puede sugerirles que vean en su tiempo libre el documental *La Tierra desde el espacio, componentes del clima global*, de National Geographic, disponible en YouTube.

- En seguida, los estudiantes se organizan en parejas y relacionan las siguientes imágenes con los conceptos de estaciones del año, tiempo atmosférico y clima, y socializan la justificación en cada caso.





**Observaciones al docente**

- Es importante explicar a los estudiantes que no existe una única relación correcta, pues se puede usar todos los conceptos abordados para reflexionar en todas las imágenes. Probablemente, habrá una tendencia a relacionar a partir de los patrones naturales que han observado durante su vida, pero dependerá del punto de vista que elijan para analizar cada caso.
- Tome una o dos imágenes y destaque nuevamente la diferencia entre tiempo atmosférico y clima.

**Interpretación para aproximarse al concepto de cambio climático**

- Los estudiantes leen los siguientes titulares y responden los desafíos posteriores.

Lun. 25 Marzo, 2019 23:54

**El cambio climático y su impacto sobre el déficit hídrico en la región del Bío Bío**

DETECTAN EN CHILE EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ANTÁRTIDA

**Cambio climático: ¡Tenemos que actuar ya!**

Sociedad 02 de abril de 2019 Por THE TIMES CHILE

Un reporte publicado el pasado 6 de febrero por la Organización Meteorológica Mundial, dependiente de la ONU, indicó que los años 2015, 2016, 2017 y 2018 fueron los cuatro más cálidos registrados jamás en la historia de la humanidad.



- Define con tus propias palabras el concepto de cambio climático.
  - ¿Por qué se han vuelto frecuentes las noticias sobre cambio climático?
  - ¿Qué piensan y sienten cuando leen o les hablan del cambio climático?
  - ¿Piensan que las personas, en general, comprenden el cambio climático? Elaboren, al menos, dos razones.
- Tras leer la siguiente definición oficial sobre el “cambio climático” adoptada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) de la Organización de las Naciones Unidas, reflexionan y responden algunas preguntas:

“La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> [www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)

- ¿Qué preguntas o dudas les surgen tras la lectura?
- El texto, ¿se refiere al tiempo atmosférico, el cambio climático o la variabilidad climática? Argumenten brevemente.
- ¿Por qué la CMNUCC atribuye directa o indirectamente el cambio climático a la acción humana? Expliquen
- Con la información entregada, ¿se puede atribuir el 100% de la responsabilidad del cambio climático a la actividad humana? Argumenten brevemente.
- ¿Piensas que cualquier persona puede entender la definición sobre el concepto de cambio climático del IPCC? ¿Por qué?
- La información entregada, ¿es suficiente para dimensionar científicamente los procesos involucrados en el fenómeno del cambio climático? Argumenten.
- ¿Qué coincidencias o diferencias se presentan entre la definición leída y la redactada por ustedes?

#### Observaciones al docente

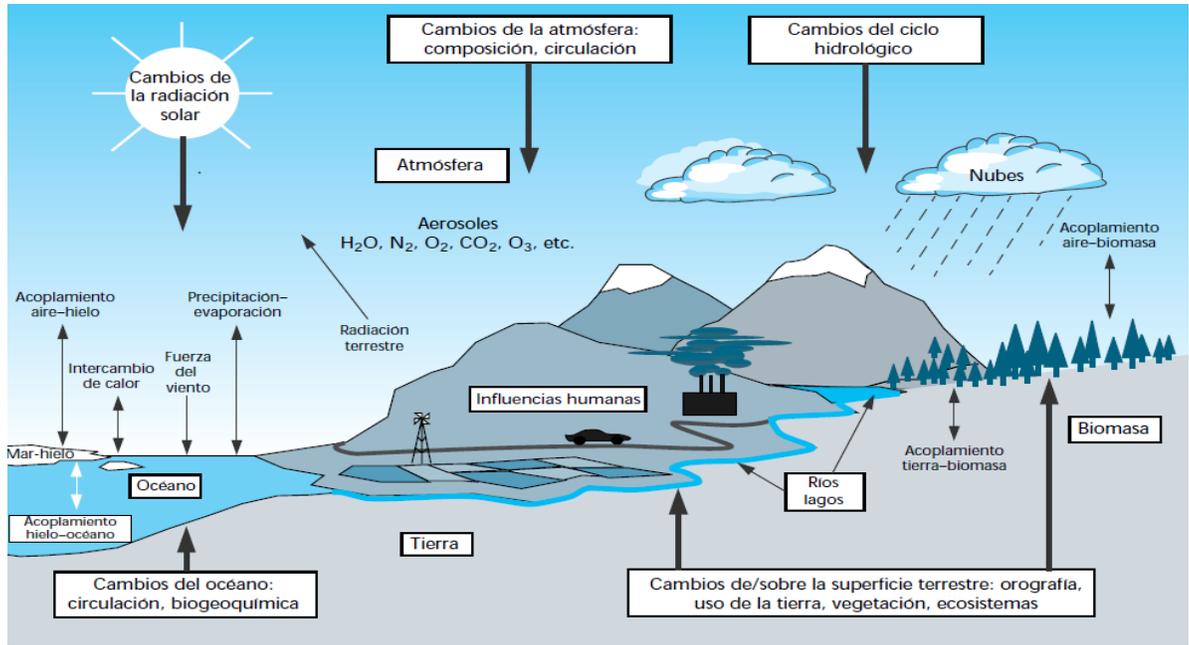
- Es importante mencionar que cambio climático no es lo mismo que variabilidad climática. La variabilidad climática corresponde a las fluctuaciones del clima que se han presentado en diversas escalas de tiempo y espacio durante la historia de la Tierra.
- En caso de que tengan dudas sobre el equipo de IPCC, se sugiere invitarlos a investigar más sobre los integrantes: quiénes lo componen; cómo se organizan y en qué contextos; si hay o no investigadores representantes de Chile, entre otros aspectos.
- Es una instancia oportuna para destacar la importancia de colaborar para construir el conocimiento científico.

### Relación entre sistema climático y cambio climático

#### Observaciones al docente

- Antes de aproximarse a la noción de sistema climático y su dinámica, introduzca los conceptos de sistema y estado de un sistema, diferenciando entre sistemas abiertos, sistemas cerrados y sistemas aislados. Puede iniciar preguntándoles: ¿qué entienden por el concepto de sistema? ¿Qué sistemas conocen?, ¿cuáles son sus características?
- Se sugiere introducir, de forma general, en qué consiste un “sistema complejo”, destacando las nociones de componentes, interacciones, retroalimentación y propiedades emergentes. Si profundizan, esto les ayudará a entender que la dinámica del sistema climático es un problema complejo. Hay varios videos en internet que pueden servir de apoyo, por ejemplo, el documental *Sistemas complejos*, del Instituto de Física de la UNAM: [www.curriculumnacional/link/https://www.youtube.com/watch?v=1CCXffSkr6g](http://www.curriculumnacional/link/https://www.youtube.com/watch?v=1CCXffSkr6g)

- Los estudiantes analizan la siguiente representación sobre interacciones entre los componentes del sistema climático (atmósfera, litósfera, hidrósfera, criósfera y biósfera) y después responden a algunos desafíos.



- Identifiquen en la representación los elementos que corresponden a la atmósfera, hidrósfera, litosfera, criósfera y biósfera.
- Expliquen desde las ciencias físicas las interacciones entre los componentes del sistema climático. Además, respondan: ¿cómo aportan estas interacciones a su complejidad?
- ¿Por qué la teoría de la complejidad contribuye al estudio del sistema climático?
- ¿Por qué se dice que el estudio del sistema climático y sus componentes es necesario para comprender la complejidad del cambio climático? Argumenten.

#### Observaciones al docente

- Primero, es relevante destacar que la comprensión del sistema climático es un desafío complejo incluso para los especialistas, pues, en rigor, se requiere del conocimiento de otras áreas del saber y de una perspectiva sistémica a la que no estamos acostumbrados. Así, se recomienda una mayor empatía y humildad en su abordaje, y reconocer que se sabe parcialmente sobre algunas interacciones y fenómenos. Esto puede ser de gran motivación para promover la curiosidad intelectual y asumir desde ya los desafíos del futuro.
- Es importante destacar que los componentes del sistema climático son diferentes en composición, propiedades físicas, estructura y comportamiento, pero, aun así, todos ellos están interconectados entre sí a través de flujos de masa, energía y momento, constituyéndose como "subsistemas" abiertos.
- Tener presente que el sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y, además, debido a forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y los forzamientos antropogénicos.
- Sería de gran apoyo disponer de una guía sobre algunas características de los componentes del sistema climático enfatizando, por ejemplo, que la atmósfera tiene el menor tiempo de respuesta (días o semanas) ante un forzamiento, debido a su bajo calor específico y densidad en comparación con los otros componentes del sistema climático, en particular los océanos, que son parte de la hidrósfera.
- Enfatizar que las interacciones entre los diferentes componentes del sistema climático son no lineales, pues el resultado de la misma puede retroalimentar positiva o negativamente la perturbación original, es decir, amplificarla o inhibirla. Por ejemplo, un incremento de la temperatura del aire aumentaría la evaporación del agua de los océanos, lo que tendría asociado un incremento de la concentración de vapor de agua en la atmósfera. Pero, al ser un gas de efecto invernadero, una mayor concentración de vapor de agua incrementaría la temperatura del planeta, lo cual, a su vez, favorecería nuevamente el incremento de la evaporación del agua de los océanos. En este ejemplo, se ve claramente cómo, tras la interacción, la

perturbación original (incremento de la temperatura del aire) se ve amplificada. A este tipo de mecanismo se le conoce como retroalimentación positiva (Martín-Gómez, 2016). Como propuesta, se sugiere investigar la retroalimentación “hielo-albedo”.

- En el caso de que se dificulte el estudio del sistema climático, puede mostrar a los estudiantes algunas imágenes donde se perciba la interacción solo entre dos componentes del sistema climático. Por ejemplo, si muestra una fotografía donde esté en contacto el océano con la atmósfera, puede colaborar para que perciban la existencia de intercambio de masa a través de la evaporación de agua, la que posteriormente se condensará en la atmósfera como efecto de la disminución de la temperatura liberando energía en forma de calor latente, siendo parte de la energía necesaria para el desarrollo del ciclo hidrológico. Contrariamente, la precipitación del agua representa un flujo de materia atmósfera → océano. El estrés que ejercen los vientos sobre la superficie del océano dirigiendo las corrientes más superficiales de este representa una transferencia de momento de la atmósfera → océano<sup>7</sup>.
- Es fundamental leer el informe del IPCC sobre las bases físicas del cambio climático. Aquí aparecen varias relaciones entre variables, respuestas a preguntas frecuentes, además de gráficos muy claros. Estos pueden ser usados complementariamente en las actividades. La versión resumida del documento está disponible en [www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_SPM\\_brochure\\_es.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf)

---

7

[www.curriculumnacional/link/http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/teorico\\_climatologia\\_2016/TEMA1\\_climatologia2016.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/teorico_climatologia_2016/TEMA1_climatologia2016.pdf)

### Diseño de un juego didáctico

- Finalmente, los estudiantes diseñan un juego didáctico para jóvenes que permita responder la siguiente pregunta: ¿cuáles son los saberes mínimos que necesito para entender el cambio climático desde las ciencias físicas? Luego invitan a algunas personas a jugarlo.

#### Observaciones al docente

- Sería pertinente invitar antes a los alumnos a hacer un recorrido sobre el proceso de toda la actividad realizada, donde expliciten brevemente la diferencia entre tiempo atmosférico, clima, variabilidad climática y cambio climático, y socialicen reflexiones sobre sus obstáculos para el aprendizaje y cómo los fueron superando.
- Se recomienda generar un espacio agradable con música o al aire libre que ayude a que los jóvenes expresen su imaginación y creatividad.
- Puede apoyarse del recurso "El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje. ¿Cómo crearlo en el aula?" disponible en: [www.curriculumnacional/link/http://www.e-historia.cl/cursosudla/13-EDU413/lecturas/06%20-%20El%20Juego%20Didactico%20Como%20Estrategia%20de%20Ense%C3%B1anza%20y%20Aprendizaje.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.e-historia.cl/cursosudla/13-EDU413/lecturas/06%20-%20El%20Juego%20Didactico%20Como%20Estrategia%20de%20Ense%C3%B1anza%20y%20Aprendizaje.pdf)
- Es pertinente evaluar el juego, considerando lo lúdico y, sobre todo, la rigurosidad de la información y si se consigue responder a la pregunta planteada en el desafío. Para esto, se sugiere la evaluación entre pares, como complemento a la realizada por el docente. Esta instancia ayudará también a identificar algunos errores conceptuales que aún persistan.
- De ser posible, y considerando la autorización de los estudiantes, compartir los juegos en las redes sociales de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF).

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Diferencian los conceptos de estaciones del año, tiempo atmosférico, clima, variabilidad y cambio climático.
- Aplican conocimientos de las ciencias físicas para explicar las interacciones en el sistema climático.
- Usan modelos para explicar los efectos actuales y posibles consecuencias del cambio climático global sobre los sistemas naturales, los territorios y la sociedad.

### RECURSOS Y SITIOS WEB



- Dirección Meteorológica de Chile (S/I). *Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCambioClimatico.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCambioClimatico.pdf)
- Dirección Meteorológica de Chile. (2018). *Reporte climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico/2018](https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico/2018)
- Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2009). *Meteorología y Climatología. Semana de la Ciencia y la Tecnología*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf](https://www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf)
- Informe IPCC (2013). *Cambio Climático. Bases físicas*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](https://www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). *Guía de apoyo docente en Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%c3%ada-de-Cambio-Clim%c3%a1tico-2017.pdf](https://www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%c3%ada-de-Cambio-Clim%c3%a1tico-2017.pdf)

## Actividad 2. Profe, ¿somos responsables del cambio climático?

### PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen y debatan sobre el origen antropogénico del cambio climático actual.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.

#### OA b

Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

#### OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

#### OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

#### OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

#### OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

### ACTITUDES

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

Valorar las TIC como una oportunidad para informarse, investigar, socializar, comunicarse y participar como ciudadano.

### DURACIÓN

14 horas pedagógicas.

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Respuestas a interrogantes

- Para introducir de manera más amplia el cambio climático, los estudiantes buscan y ven el video *IPCC AR5 syr spanish*, disponible en el canal de YouTube del IPCC, y luego responden colectivamente las siguientes preguntas:
  - ¿Cuáles son las causas y consecuencias del cambio climático, según el Grupo de Expertos del IPCC?
  - ¿Cómo explicarían el papel de los modelos climáticos para entender el cambio climático?
  - ¿Cómo van mejorando los investigadores del IPCC su conocimiento sobre el cambio climático a lo largo del tiempo?
  - ¿Por qué el IPCC incorpora a expertos de diversas áreas de conocimiento para estudiar el cambio climático?

#### Observaciones al docente

- Dado que hay muchos recursos sobre cambio climático en internet, se sugiere utilizar aquellos que tienen algún respaldo institucional. De hecho, podría alertar acerca del desafío que significa buscar y seleccionar información en internet. Por ejemplo, al escribir "cambio climático" en Google, aparecen cerca de 13.000.000 de resultados.
- Como complemento del video de introducción, podría sugerir que vean colectivamente la película *Before the flood*, de National Geographic, que está disponible en YouTube, subtitulada en español. Es un recurso que favorece una profunda reflexión sobre el origen del cambio climático.

### Análisis de gráficos

- Para profundizar en las evidencias del cambio climático, los estudiantes analizan los gráficos 1, 2 y 3<sup>8</sup> del IPCC, y luego responden las preguntas propuestas en i, ii, iii y iv:

Conexión interdisciplinar:  
**Matemática.**  
 OA d, OA f y OA h. 3° y 4° medio.  
**Ciencias para la Ciudadanía.**  
 OA 3, Módulo Ambiente y Sostenibilidad, 3° o 4° medio.

#### Observaciones al docente

Para conocer más detalles de los gráficos siguientes, se sugiere revisar las páginas 2 y 3 del informe del IPCC disponible en [www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

<sup>8</sup> Fuente: Informe *Base de ciencias físicas del cambio climático* del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). [www.curriculumnacional/link/http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.curriculumnacional/link/http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml).

Gráfico 1: Anomalías del promedio anual y global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas respecto del promedio del periodo 1986 a 2005

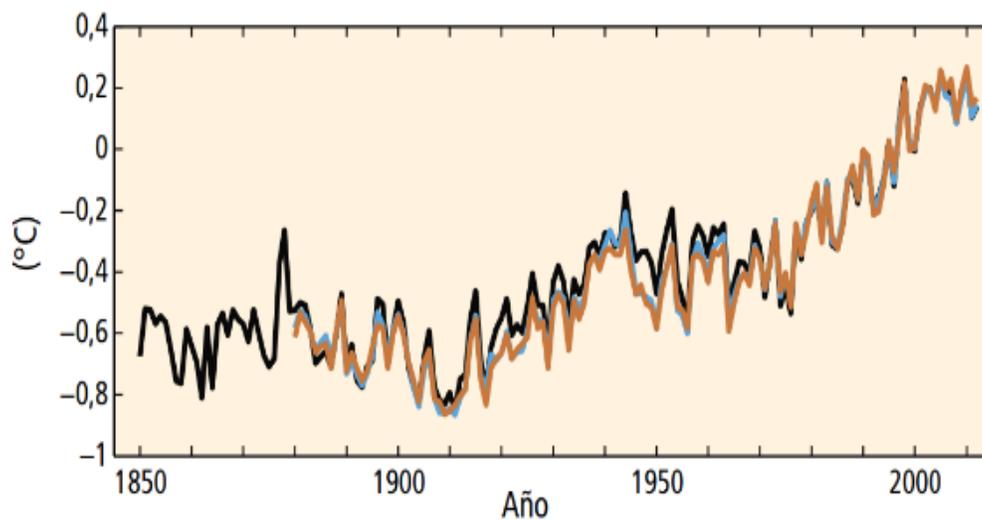


Gráfico 2: Promedio anual y global del cambio del nivel del mar con respecto al promedio del conjunto de datos de más larga duración entre 1986 y 2005.

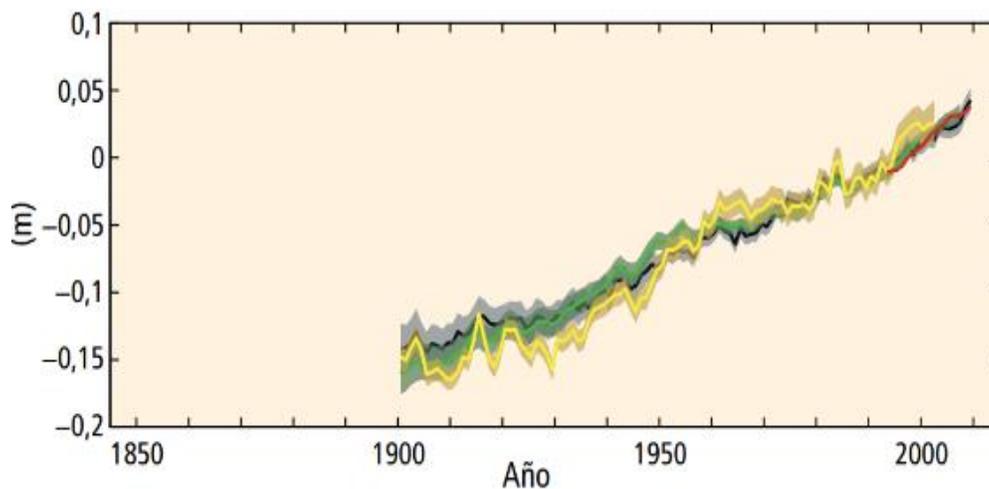
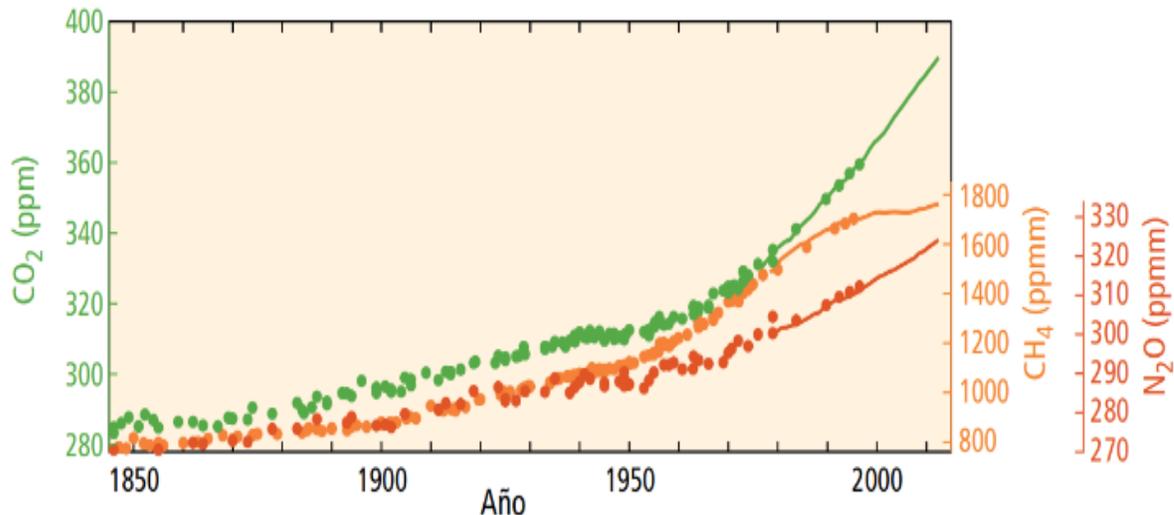


Gráfico 3: Promedio global de concentraciones de gases de efecto invernadero



- i. Con base en la observación del primer gráfico (1):
  1. ¿Qué significa "promedio global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas"?
  2. ¿Pueden dimensionar cuántas personas están involucradas en todas las etapas características de la obtención y el uso de estas observaciones meteorológicas?
  3. La temperatura superficial del planeta, ¿estuvo bajo cero grados Celsius durante el primer siglo considerado? Expliquen.
  4. ¿Cómo ha sido el ritmo de variación de las temperaturas globales en la superficie de los océanos y superficies terrestres? ¿Qué característica del gráfico nos permite identificar el ritmo de variación?
  5. ¿El gráfico se refiere a la temperatura real o a la que informan los especialistas? Argumenten brevemente.
  6. ¿A qué se atribuye el aumento de la temperatura a la cual se refiere el gráfico? Justifiquen.
  
- ii. Explicar, observando el segundo gráfico (2):
  1. ¿Cómo se miden las variaciones del nivel del mar?
  2. ¿A qué puede atribuirse el aumento del nivel del mar que nos indica el gráfico?, ¿será consecuencia del derretimiento de los casquetes polares? Argumenten sobre la base de conocimientos físicos.
  3. El aumento del nivel del mar, ¿sucede porque aumenta la cantidad de agua en los mares o por dilatación térmica?
  
- iii. A partir del tercer gráfico (3):
  1. ¿Cuáles son los gases de efecto invernadero y en qué se diferencian de otros gases?
  2. Expliquen fisicoquímicamente el fenómeno de efecto invernadero.
  3. ¿Qué puede estar causando el aumento de los gases de efecto invernadero?, ¿es responsabilidad de la propia humanidad o puede haber otros factores? Expliquen.

**Observaciones al docente**

Es una oportuna instancia para preguntar a los estudiantes: ¿es el efecto invernadero perjudicial para nosotros? Hoy existe una gran confusión al respecto, por lo cual es relevante no inducir a una visión negativa del efecto invernadero. Hay que señalar que es un fenómeno beneficioso para las condiciones de vida en la Tierra. Es el incremento del efecto invernadero el que contribuye al desequilibrio del sistema climático, cuyo origen se atribuye actualmente a las intervenciones artificiales de parte de la actividad humana.

iv. Considerando simultáneamente los tres gráficos:

1. ¿Observan correlación entre ellos? Explica con base en conocimientos de ciencias físicas.
2. ¿Cuáles piensan que son los factores que pueden estar causando los cambios observados?
3. ¿Cuál de los hechos descritos en los gráficos puede ser consecuencia de los otros? Expliquen.
4. Si la tendencia que muestran los gráficos continúa en el futuro, ¿qué consecuencias podría acarrear para la vida en el planeta?

**Observaciones al docente**

- Si no consiguen dimensionar las causas y el alcance del aumento de temperaturas en el mundo, se sugiere que vean y establezcan relaciones entre evidencias y conocimientos físicos a partir de la película *Seis grados que podrían cambiar el mundo*, de National Geographic, que está disponible en YouTube.

**Debate sobre el origen antropogénico del cambio climático****Observaciones al docente**

- En esta etapa, es necesario asegurarse de que los estudiantes diferencien entre fuentes de información sin evidencia y aquellas basadas en evidencias científicas, y que dimensionen el rol de estas últimas para construir y comunicar el conocimiento científico; más aún si han sido analizadas y validadas por una comunidad de especialistas internacionales, como el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) que ha comunicado dichas evidencias en el sitio web oficial de la ONU.

- Con el propósito de desarrollar criterios para la reflexión y la discusión sobre la naturaleza del cambio climático, los estudiantes consideran la siguiente situación para posteriormente participar en un debate:

Conexión interdisciplinar:  
**Lengua y Literatura.**  
OA 3, 3° medio.

Un especialista en ciencias físicas asumió el desafío de divulgar un reporte científico sobre el cambio climático para su respectiva reflexión, debate y concientización en diversas instituciones de Educación Media en Chile.

En una de sus conferencias, además de aludir al origen antropogénico del cambio climático, indica: "Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), formado por más de 2500 científicos de 130 países, 'el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian ahora las observaciones de los incrementos en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de hielo y nieve y el incremento medio global del nivel del mar'<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Información presente en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC  
[www.curriculumnacional/link/http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)

Al finalizar su conferencia, Max, un estudiante de 17 años, le expresa lo siguiente: "Profe, he hablado con mi familia del tema y no creo que el cambio climático sea por la acción inconsciente de las personas. Percibo como un hecho muy natural que el clima de la Tierra esté cambiando. ¿Acaso no hubo hace millones de años periodos caóticos en el planeta y después todo se calmó? Además, desde una escala geológica, nosotros existimos hace casi nada de tiempo como especie. Al menos yo, confío en que la Tierra se autorregulará, independientemente de lo que sigamos haciendo día a día. Eso me deja más tranquilo".

(Fuente: Texto elaborado por el equipo de ciencias de la UCE)

- Antes de iniciar el debate, los estudiantes se reúnen en grupos e intercambian opiniones en relación con lo planteado por Max, guiados por preguntas como las siguientes:
  1. ¿Están de acuerdo o en desacuerdo con Max?, ¿por qué?
  2. ¿Es la idea de Max coherente con lo estudiado en las actividades previas de la unidad? Argumenten.

#### Observaciones al docente

- El profesor puede hacer un diagrama en la pizarra, donde en los extremos se escriben las ideas opuestas; en el eje central, los argumentos menos elaborados abajo, y los más elaborados, arriba.



- A partir de lo anterior, los estudiantes debaten entre dos posturas:
  1. El actual cambio climático es responsabilidad del ser humano y, por lo tanto, se deben buscar medidas que mitiguen sus efectos.
  2. El actual cambio climático es un proceso natural, y, por lo tanto, el planeta se autorregulará, independientemente de las acciones del ser humano.

Conexión interdisciplinar:

#### Educación Ciudadana.

- OA c, OA d, OA e, OA f y OA g, 3° y 4° medio.
- OA 3, 4° medio.

#### Observaciones al docente

- Se sugiere que el curso se distribuya en tres grupos: dos para el debate y uno que represente a una comisión evaluadora. Si no hay un grupo voluntario que quiera defender el origen natural del cambio climático, haga un sorteo.
- Aunque se sugiere que el docente modere el debate, no descartar la posibilidad de que lo haga un estudiante; sería pertinente orientarlo para que se prepare en su rol de moderador.
- Orientar a la comisión evaluadora sobre los criterios por evaluar para el debate, para lo cual se sugiere preparar una guía con las directrices.
- Dar el tiempo a cada grupo para que se organice, estudie y se prepare para el debate. Puede ser de una semana para otra.
- Explicar muy bien las reglas a seguir durante el debate: el respeto por el uso de la palabra, la duración, los argumentos desde una perspectiva física, la contra-argumentación, la presentación de evidencias, el uso de fuentes confiables, el análisis crítico de la evidencia y datos con los que cada grupo trabaje, entre otras.
- El docente debe tener presente que lo que interesa en la actividad son los aprendizajes de los estudiantes y el desarrollo de habilidades y actitudes científicas.

- Por último, la comisión evaluadora, apoyada por el docente, comparte sus impresiones y principales conclusiones sobre el proceso.

**Observaciones al docente**

- Es relevante no focalizar la atención en distinguir entre “ganadores y perdedores”, sino en que la forma en que todos aprendemos en un proceso respetuoso de construir y comunicar argumentos basados en evidencia científica.
- Se sugiere ofrecer un espacio para que compartan cómo se sintieron durante totalmente convencidos.
- Finalmente, enfatizar en que, si bien el cambio climático también tiene causas naturales, las evidencias de las influencias antropogénicas se hacen significativamente más claras, al menos, en los últimos 50 años. De ahí surge el llamado urgente a hacernos cargo como especie humana.

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Seleccionan datos científicos actuales e históricos pertinentes para el estudio y análisis crítico sobre el cambio climático.
- Usan modelos para explicar los efectos actuales y posibles consecuencias del cambio climático global sobre los sistemas naturales, los territorios y la sociedad.
- Aplican conocimientos de las ciencias físicas para describir fenómenos que ocurren en sistemas naturales.

**RECURSOS Y SITIOS WEB**

- Informe IPCC (2013). *Cambio Climático. Bases físicas*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). *Guía de apoyo docente en Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ada-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2017.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ada-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2017.pdf)
- Center for Climate and Resilience Research (2019). *Conferencia Internacional de Educación en Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.cr2.cl/ciecc2019/#1555635942734-91d1ae9d-a554](http://www.curriculumnacional/link/http://www.cr2.cl/ciecc2019/#1555635942734-91d1ae9d-a554)
- Center for Climate and Resilience Research. *Tras la huella del cambio climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.explora.cl/wp-content/uploads/2019/06/Gui%CC%81a-Tras-la-huella-del-cambio-clima%CC%81tico.pdf?fbclid=IwAR2wALVMSOOY38BYHCvPKaoRxNM4D-s4nA91ulUaPaCvV5iYhgAACCLvva](http://www.curriculumnacional/link/https://www.explora.cl/wp-content/uploads/2019/06/Gui%CC%81a-Tras-la-huella-del-cambio-clima%CC%81tico.pdf?fbclid=IwAR2wALVMSOOY38BYHCvPKaoRxNM4D-s4nA91ulUaPaCvV5iYhgAACCLvva)
- Dirección Meteorológica de Chile (S/I). *Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCambioClimatico.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCambioClimatico.pdf)
- Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2009). *Meteorología y Climatología. Semana de la Ciencia y la Tecnología*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf)
- García-Rodeja, I., De Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 30(3), 195-218.
- Garreaud, R. (2011). *Cambio Climático: Bases Físicas e Impactos en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://dgp.uchile.cl/rene/PUBS/inia\\_RGS\\_final.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://dgp.uchile.cl/rene/PUBS/inia_RGS_final.pdf)
- Meira-Carda, P., Arto-Blanco, M. (2014). Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación. *Educar em revista*, 3, 15-33.

## Actividad 3. ¿Cómo se relacionan los fenómenos naturales y socio-ambientales locales con los globales?

### PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen, investiguen y apliquen conocimientos físicos para comprender las interacciones y dinámica sistémica entre componentes de la naturaleza, considerando su relación con el sistema climático y sus impactos en los territorios.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 5

Investigar y aplicar conocimientos de la física (como mecánica de fluidos, electromagnetismo y termodinámica) para la comprensión de fenómenos y procesos que ocurren en sistemas naturales como; los océanos, el interior de la Tierra, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos.

OA 6

Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA a

Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

OA b. Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

### ACTITUDES

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

Valorar las TIC como una oportunidad para informarse, investigar, socializar, comunicarse y participar como ciudadano.

### DURACIÓN

17 horas pedagógicas.

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Activación

- A modo de introducción, los estudiantes inician una reflexión colectiva sobre un estudio de la NASA que afirma que “El polvo del desierto del Sahara alimenta los bosques amazónicos”, cuyo recurso audiovisual está disponible en [www.curriculumnacional/link/https://ciencia.nasa.gov/ciencias-especiales/29apr\\_amazondust](http://www.curriculumnacional/link/https://ciencia.nasa.gov/ciencias-especiales/29apr_amazondust)

Algunas preguntas para mediar el diálogo pueden ser:

- ¿Conocen algún otro fenómeno natural que funcione a tal escala?
- ¿Qué preguntas le surgen al respecto?
- ¿Cómo se puede explicar el fenómeno en estudio?
- ¿Podríamos decir que este fenómeno se relaciona con el “efecto mariposa”? Expliquen.
- ¿Se relaciona este fenómeno con la teoría Gaia? Expliquen.

#### Observaciones al docente

- Invite a los estudiantes a observar en Google Earth o en Google Maps para dimensionar la distancia entre ambos sectores del planeta, y ayude a que planteen preguntas.
- Esta es una instancia oportuna para enfatizar que el sistema climático no es rígido y restringido a una parte específica del planeta, sino que es dinámico y global, pues la Tierra es un todo integrado y cambiante<sup>10</sup>.
- Se sugiere mencionar cómo se interpreta el dinamismo terrestre desde la teoría Gaia, cautelando el trabajo original de James Lovelock, que está enmarcado en el formato científico tradicional. Esto favorece, además, la reflexión sobre aspectos de la naturaleza de las ciencias, como el carácter inacabado del conocimiento científico y los alcances y limitaciones de los modelos explicativos. Podrían leer juntos el artículo ¿Es Gaia una teoría adelantada a su tiempo o una broma vitalista?, publicado en la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, disponible en: [www.curriculumnacional/link/https://eprints.ucm.es/34128/1/88677-133033-1-PB.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://eprints.ucm.es/34128/1/88677-133033-1-PB.pdf)

### Investigación de fenómenos en sistemas naturales

- Los estudiantes seleccionan dos fenómenos que ocurren en el sistema climático, los clasifican en alguna categoría de escala espaciotemporal, los investigan y aplican conocimientos de las ciencias físicas pertinentes para explicar su origen, sus características y posibles impactos en el resto de la naturaleza y en la sociedad.

Conexión interdisciplinar:  
**Educación Ciudadana.**  
OA b, 3° y 4° medio.

#### Observaciones al docente

- Es fundamental introducir las escalas espaciotemporales que clasifican los fenómenos climáticos.
- Les puede sugerir que estudien fenómenos como: balance energético del planeta Tierra, calentamiento global, El Niño-Oscilación del Sur, ciclo hidrológico, tormentas eléctricas, corrientes marinas, deriva continental, erupciones volcánicas, sismos; olas de frío y calor, entre otros.
- Dada la diversidad de fenómenos que se puede estudiar, se sugiere disponer de guías de apoyo con bases conceptuales de mecánica de fluidos, termodinámica, electromagnetismo, geociencias, etc.
- Cautelar que el conocimiento físico que usen sea el apropiado para explicar cada fenómeno. No obstante, frente a preguntas y fenómenos demasiado desafiantes, se sugiere ser humilde y reconocer que no se sabe. Esto no solo favorece una mayor empatía, sino que también motiva a los estudiantes a profundizar por su propia cuenta e incluso continuar estudios en el tema.

- En seguida, comunican –usando TIC– la explicación física construida del fenómeno en estudio y señalan los supuestos que tuvieron en cuenta, las principales dificultades en el proceso de investigación y las referencias bibliográficas utilizadas.

<sup>10</sup> [www.curriculumnacional/link/https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/274145/362238](http://www.curriculumnacional/link/https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/274145/362238)

- Luego, responden: ¿podríamos afirmar que estos fenómenos son atribuibles o se relacionan con el cambio climático? Argumenten.

### Conexión con la realidad natural y social de los territorios

- Los estudiantes observan en directo o usando software como Google Earth el territorio natural del lugar en el que habitan y luego:

Conexión interdisciplinar:  
**Educación Ciudadana.**  
OA a, 3° y 4° medio.

1. Identifican los elementos más característicos de su entorno (valles, montañas, ríos, humedales, bosques, etc.), obtienen registros fotográficos o capturas de imágenes y, a continuación, los relacionan con los componentes del sistema climático.
2. Aplican conocimientos físicos para explicar las interacciones entre los elementos identificados, usando TIC.
3. Seleccionan un elemento de su entorno natural y argumentan los posibles efectos en la sociedad y en los sistemas naturales que puede haber si algún forzamiento (natural o antrópico) modifica este elemento en un corto o mediano plazo.

#### Observaciones al docente

- Puede plantear, por ejemplo: ¿qué sucedería si un lago o un humedal se seca? ¿Qué pasaría si aumentan considerablemente las precipitaciones o los vientos? ¿Qué consecuencias tiene una erupción volcánica? ¿Qué efectos tiene la erosión progresiva del suelo? ¿Qué sucede con un sistema natural después de un proceso de reforestación? ¿Qué ocurriría con una disminución progresiva de las masas de nieve en la cordillera de Los Andes?, entre otras preguntas. Guíelos a dimensionar los diversos niveles de consecuencias, apoyándose nuevamente en el "efecto mariposa".
- Sugerirles que exploren algunos simuladores disponibles en internet que permiten modelar algunos fenómenos naturales.
- Es una oportuna instancia para articular los conocimientos abordados en las actividades anteriores.

### Reporte científico

- Los estudiantes tendrán la misión de realizar un mini reportaje sobre un problema socio-ambiental de interés presente en el territorio local, regional o nacional. Para esto:

1. Investigan las principales variables involucradas en el problema, concentrándose en aquellas que puedan ser explicadas físicamente.
2. Entrevistan a actores clave que conozcan o estén involucrados en el problema.
3. Analizan posibles causas y sus alcances en la dinámica de los sistemas naturales y en las personas.
4. Evalúan la relación entre el problema socio-ambiental con el cambio climático.
5. Comunican su reportaje en diversos medios y espacios, cautelando el respeto, el rigor y la estructura argumentativa.

Conexión interdisciplinar:  
**Lengua y Literatura.**  
OA 7, 3° medio.  
**Matemática.**  
OA c, 3° y 4° medio.  
**Educación Ciudadana.**  
OA a, OA b y OA g, 3° y 4° medio; OA 7, 3° medio.

#### Observaciones al docente

- Sería adecuado, previamente, que reflexionen sobre qué se entiende por "problema socio-ambiental" y cómo lo estudian y abordan desde el Instituto Nacional de Derechos Humanos (<https://mapaconflictos.indh.cl/>) o desde el Observatorio Latinoamericano de Conflictos Socioambientales (<http://www.olca.cl>).
- Generalmente, se pueden identificar los problemas socio-ambientales vía internet. No obstante, no descartar la indagación mediante salidas a terrenos, pues hay casos específicos en cada comuna que los medios de comunicación masiva no muestran y la percepción propia es relevante.

- Sugerir problemas socio-ambientales de diversa naturaleza; por ejemplo: generación de energía eléctrica con fuentes no renovables, contaminación atmosférica, zonas de sacrificio, cambio de uso del suelo, contaminación de las aguas, gestión hídrica, basurales, mega-incendios forestales, monocultivos, entre otros. Es un momento oportuno para problematizar la situación actual de las zonas de sacrificio en Chile, puede apoyar con diversas noticias disponibles en la web.
- Si se elige un problema local o regional, se sugiere que visiten el sector territorial en estudio y que tomen registros fotográficos. Es una instancia oportuna para enfatizar el papel de las evidencias en el proceso investigativo para la posterior construcción de argumentos.
- Monitorear que apliquen conocimientos físicos en el fenómeno en estudio y organicen la información en tablas, diagramas y gráficos.
- Es una instancia para invitarlos a usar los instrumentos públicos de participación ciudadana del Ministerio del Medio Ambiente (también se abordan en el módulo de ambiente y sostenibilidad de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía).
- Podría aprovechar la actividad para preguntar: ¿cuáles serían las implicancias éticas, sociales y ambientales si en Chile se llegase a reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos? Podría indicarles que algunos países como Nueva Zelanda, Ecuador, México y Bolivia están reconociendo que la naturaleza también tiene derechos. De hecho, Ecuador fue el primer país en el mundo en reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos, evidenciado en el artículo 71 de su Constitución: "La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos". Para enriquecer una posible reflexión sobre esto, se recomienda leer documentos sobre Derechos de la Naturaleza disponibles en la web como *La naturaleza como sujeto de derechos: análisis bioético de las Constituciones de Ecuador y Bolivia*, disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rlb/v18n1/1657-4702-rlb-18-01-00155.pdf>, o *Los derechos de la naturaleza como puerta de entrada a otro mundo posible*, disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rdp/v8n4/2179-8966-rdp-8-4-2927.pdf>
- Mencionar que hay bastantes recursos en la web sobre las consideraciones y las maneras de hacer un reportaje.
- Preguntarles constantemente en qué aspectos necesitan orientación y cuáles son sus principales obstáculos.
- Es relevante hacer saber a los estudiantes que cuentan con la libertad de preguntar a docentes de otras disciplinas, pues un problema socio-ambiental es de carácter interdisciplinar. Por esto, sería pertinente ayudarlos a que tomen conciencia de lo importante que es seleccionar e integrar conocimientos de las ciencias físicas con otros saberes para analizar temas o problemas vinculados con sistemas naturales, sociedad y cambio climático.
- De ser posible, y considerando la autorización de los estudiantes, compartir los reportes socio-ambientales en las redes sociales de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF).

- Finalmente, en un ambiente abierto, reflexionan sobre el proceso llevado a cabo, destacan sus principales dificultades y cómo lo fueron superando; qué fueron pensando y sintiendo; qué fue lo más significativo de la experiencia; evalúan de qué manera les sirvieron los conocimientos previos sobre la dinámica de los sistemas naturales para analizar el problema y explican el rol de las ciencias físicas en el abordaje de problemas socio-ambientales

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Diferencian los conceptos de estaciones del año, tiempo atmosférico, clima, variabilidad y cambio climático.
- Planifican y desarrollan investigaciones sobre conocimientos de las ciencias físicas necesarios para comprender procesos y/o fenómenos que ocurren en sistemas naturales.
- Aplican conocimientos de las ciencias físicas para describir fenómenos que ocurren en sistemas naturales.

## RECURSOS Y SITIOS WEB

- Bonan, L., Chadwick, G., Robledo, F., Moreira, D. (S.N). *La física del océano y la atmósfera*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://difusion.df.uba.ar/Voluntariados/La%20f%C3%ADsica%20del%20Oc%C3%A9ano%20completo.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://difusion.df.uba.ar/Voluntariados/La%20f%C3%ADsica%20del%20Oc%C3%A9ano%20completo.pdf)
  - Center of Climate and Resilience Research. (S.N) *Explorador Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://explorador.cr2.cl/](http://www.curriculumnacional/link/http://explorador.cr2.cl/)
  - Dirección General de Aeronáutica Civil. (2017) *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/documentos/Reporte2017\\_DMC\\_Inter.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/documentos/Reporte2017_DMC_Inter.pdf)
- Dirección Meteorológica de Chile (S.N)
- *Fenómeno "el niño – la niña"*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCicloElNinoLaNina.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaCicloElNinoLaNina.pdf)
  - *Heladas en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaHeladasChile.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaHeladasChile.pdf)
  - *Olas de calor en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaOlasdeCalor.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaOlasdeCalor.pdf)
  - *Radiación UV y Ozono en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaRadiacionUltravioleta.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaRadiacionUltravioleta.pdf)
  - *Sequía en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaLaSequiaChile.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://archivos.meteochile.gob.cl/portaldmc/meteochile/agrometeorologia/documentos/ImagenDidacticaLaSequiaChile.pdf)
- Fernández, G., Gonzáles, F., Molina, J. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 427-438.
  - Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2009). *Meteorología y Climatología. Semana de la Ciencia y la Tecnología*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf](https://www.curriculumnacional/link/https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf)
  - Hernández, C. y Carbonell, A. (2018). *Guía de Implementación de un modelo pedagógico de Educación Científica para la Sustentabilidad Territorial*. Universidad de Santiago de Chile.
  - Instituto Nacional de Derechos Humanos. (S.N) *Mapa de conflictos socioambientales del INDH*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://bibliotecadigital.indh.cl/bitstream/handle/123456789/478/mapa-conflictos.pdf?sequence=4](https://www.curriculumnacional/link/https://bibliotecadigital.indh.cl/bitstream/handle/123456789/478/mapa-conflictos.pdf?sequence=4)



## Ministerio de Energía (S.N).

- *Explorador de energía eólica*. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/](http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/)
- *Explorador de energía marina*. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Marino/](http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Marino/)
- *Explorador de energía solar*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/](http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/)
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). Guía de apoyo docente en Cambio Climático. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ada-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2017.pdf](https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ada-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2017.pdf)
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.olca.cl/oca/index.htm](http://www.olca.cl/oca/index.htm)

## PHET Simulations. (S.N)

- *Efecto Invernadero*. University of Colorado. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/greenhouse](https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/greenhouse)
- *Glaciares*. University of Colorado. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/glaciers](https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/glaciers)
- Rojas, M. (S.F.) *Escenarios climáticos y la vulnerabilidad en Chile*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.uchile.cl/documentos/escenarios-climaticos-y-la-vulnerabilidad-de-chile-pdf-216-mb\\_123286\\_1\\_4327.pdf](http://www.uchile.cl/documentos/escenarios-climaticos-y-la-vulnerabilidad-de-chile-pdf-216-mb_123286_1_4327.pdf)
- Rondanelli, R. (2019). *Análisis: ¿El tornado y tromba que vimos en el sur del país se debieron al cambio climático?* Center for Climate and Resilience Research. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.cr2.cl/analisis-el-tornado-y-tromba-que-vimos-en-el-sur-del-pais-se-debieron-al-cambio-climatico-cr2/](http://www.cr2.cl/analisis-el-tornado-y-tromba-que-vimos-en-el-sur-del-pais-se-debieron-al-cambio-climatico-cr2/)
- Watt, S. (2013). La fuerza que mueve las aguas: la física de los mares. *The European journal for science teachers*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.scienceinschool.org/es/2012/issue/25/ocean](https://www.scienceinschool.org/es/2012/issue/25/ocean)
- Windfinder (S.N). *Simulador de vientos*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://es.windfinder.com/#6/-28.8062/-86.1328](https://es.windfinder.com/#6/-28.8062/-86.1328)

## Actividad 4. Acción por el cambio climático: ¿cuál es mi parte en todo esto?

### PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen sobre los alcances del cambio climático e integren conocimientos de las ciencias físicas con otros saberes para evaluar y diseñar proyectos de acción sostenible por el cambio climático.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

#### OA 1

Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.

#### OA 6

Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

#### OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

#### OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

#### OA g

Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.

#### OA i

Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

### ACTITUDES

Tomar decisiones democráticas, respetando los derechos humanos, la diversidad y la multiculturalidad.

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

### DURACIÓN

17 horas pedagógicas.

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Reflexión sobre los alcances del cambio climático

- Para favorecer la sensibilización y la conciencia sobre los alcances del cambio climático, los estudiantes observan imágenes y responden posteriormente algunas preguntas.



1. ¿Por qué las evidencias y el cambio climático? Argumenten.
2. ¿Cómo explican que habiendo tantas evidencias del cambio climático por acción antropogénica continúen las prácticas no responsables?
3. ¿Por qué nos dañamos a nosotros mismos si dañamos los ciclos naturales? Argumenten brevemente.
4. ¿Qué razones permiten explicar la falta de acciones sostenibles y regenerativas? Expliquen.
5. ¿En qué tipo de planeta quieren que sigan viviendo sus seres queridos y las próximas generaciones?
6. ¿Qué opinan sobre el optimismo tecnológico, que plantea que las ciencias siempre encontrarán una respuesta a nuestros problemas?

imágenes se consideran proyecciones futuras del

### Concientización sobre el llamado urgente a actuar frente al cambio climático.

- Los estudiantes observan el video *Secretario General de la ONU hace el llamado a actuar contra el cambio climático*, disponible en internet y desarrollan las siguientes actividades:
- Conexión interdisciplinar:  
**Educación Ciudadana.**  
OA 2 y OA 3, 4° medio.
- i. Responden las siguientes preguntas:
    1. ¿Por qué la autoridad de la Organización de las Naciones Unidas se muestra tan preocupado por el cambio climático?
    2. ¿Asumirían el liderazgo contra el cambio climático que sugiere el Secretario General de la ONU?, ¿por qué? ¿Tiene sentido para ustedes apoyar con “un granito de arena”?
    3. ¿Cómo podemos hacer frente al cambio climático a escala local, nacional y global? Describan acciones.
    4. ¿Puede detenerse el cambio climático si no cambiamos el paradigma cultural dominante de la humanidad? Expliquen.
  - ii. Investigan y analizan colectivamente los diversos eventos y acuerdos internacionales relacionados con cambio climático y ambiente, considerando lo comprometido, los logros reales y los desafíos vigentes en la crisis ambiental.

#### Observaciones al docente

- Es importante mencionar que, si bien estamos frente a una situación de emergencia planetaria y tenemos que aumentar nuestras acciones responsables, sí ha existido una alarma internacional e intento de frenarlo. Sin embargo, estas alarmas y pactos han sido insuficientes y por eso “La acción por el clima” se volvió uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU: [www.curriculumnacional/link/https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html](http://www.curriculumnacional/link/https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html)
- Algunos de los eventos climáticos que se puede sugerir son: la Cumbre de la Tierra en Estocolmo en 1972, con el inicio del Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA); la conferencia sobre cambio climático en Ginebra en 1979; la creación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en 1988; la tercera Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992; la firma del protocolo de Kioto en 1997, que entró en vigencia en febrero de 2005; la XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático, en Copenhague en 2009; la creación del Fondo Verde del Clima en la COP16, en Cancún en 2010; la COP21 con la firma del Acuerdo de París en 2015, entre otras.
- Poner énfasis en la participación de Chile en la firma de acuerdos sobre cambio climático y las acciones que se están realizando actualmente en el país. Puede sugerir un análisis crítico frente al rol que asumió Chile como anfitrión de la COP 25 de 2019.
- Es relevante mencionar que, a junio de 2019, ya existía un Anteproyecto de la Ley del Cambio Climático para Chile. Se sugiere que, antes de abordar esta actividad, se actualice sobre el estado de esta situación en la página web del Ministerio del Medio Ambiente.
- Puede invitarlos a confeccionar un recurso audiovisual que muestre la evolución y los alcances de los acuerdos internacionales sobre cambio climático.

#### Evaluación de imágenes sobre acciones sostenibles

- Los estudiantes observan imágenes y evalúan si son soluciones coherentes con el desarrollo sostenible y la regeneración territorial, guiados por las siguientes preguntas:
1. ¿Cuál piensan que es el propósito principal de la acción/objeto en estudio?
  2. Los elementos o materiales que observan en la acción o el objeto, ¿parecen ser contaminantes? Expliquen.
  3. ¿Implicaría grandes gastos adquirir y usar estos materiales?
  4. ¿Ayuda esta acción u objeto a reducir los gases de efecto invernadero o a ahorrar energía?
  5. ¿Podría afirmar que es una solución sostenible desde una perspectiva física? Argumenten.

6. ¿Qué conocimientos y principios de las ciencias físicas parecen estar involucrados en la acción u objeto en estudio?
7. Expliquen los alcances de la acción u objeto en estudio en la sociedad y en los componentes del sistema climático.
8. ¿Es una práctica u objeto viable en el territorio donde vivo? Argumenten.



#### Observaciones al docente

- No descartar la oportunidad de que los estudiantes busquen y seleccionen soluciones que les interesen.
- Otras soluciones posibles de investigar y evaluar son: paneles solares de bajo costo, reutilización y reciclaje eficiente de materiales, aumento de áreas de conservación de bosques nativos, descarbonización de la matriz energética, aumento de eficiencia energética y durabilidad de tecnologías, electrificar el transporte público, arquitectura bioclimática y sustentable, bosques y jardines comestibles, ecoaldeas y ecociudades, reducción del consumo de carne, estufa *rocket*, ecoturismo regenerativo, entre otras.
- Es una instancia oportuna para fomentar el pensamiento crítico; por ejemplo: podría mencionar el aumento de scooter o motos eléctricas en algunas ciudades. Si bien se podría interpretar que se usa energía limpia porque es eléctrica, hay que preguntarse: ¿es renovable la fuente de la generación de la energía utilizada en el medio de transporte en estudio?
- Alertar que el uso de una fuente de energía renovable no implica necesariamente que no queden residuos.
- Se sugiere entregar a los estudiantes una guía sobre las diversas formas de generación de energía eléctrica que se utilizan en Chile y el mundo, considerando sus usos, ventajas y desventajas en la sociedad y en el ambiente.
- Sería adecuado sugerir, además, que vean el video *¿Qué es la eficiencia energética?*, disponible en el canal de YouTube Sostenibilidad Energética.

### Diseño de un proyecto de acción por el cambio climático

- Finalmente, diseñan un proyecto relacionado con un problema ambiental local, que ayude a mitigar o adaptarse al cambio climático, guiados por algunas preguntas como:
1. ¿Cuáles son las variables que se debe considerar para un proyecto de mitigación o adaptación al cambio climático en su territorio?
  2. ¿Cómo delimitar el problema ambiental de interés?
  3. ¿Quiénes serán los beneficiarios directos e indirectos de un proyecto que permita mitigar o adaptarse al cambio climático?
  4. ¿Cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el diseño y la implementación del proyecto?
  5. ¿Cuál es la contribución de la física en un proyecto de mitigación o adaptación al cambio climático y qué saberes utilizaremos en nuestro proyecto?
  6. ¿Por qué se requiere un enfoque interdisciplinar que considere los Objetivos de Desarrollo Sostenible en un proyecto que busque mitigar los efectos del cambio climático?
  7. ¿Cuál debiera ser la participación ciudadana en un proyecto local sobre cambio climático?

Conexión interdisciplinar:

**Matemática.**

OA a y OA e, 3° y 4° medio.

**Educación Ciudadana.**

OA a y OA g, 3° y 4° medio; OA 7 y OA 8, 3° medio.

**Ciencias para la Ciudadanía.**

OA 2, Ambiente y Sostenibilidad, 3° o 4° medio.

#### Observaciones al docente

- Incentive a los estudiantes a asumir de manera activa su rol en un cambio que necesitamos hacer con urgencia y que involucra el futuro del planeta Tierra y de toda la humanidad.
- Mediar para que el proyecto incluya la selección y aplicación de conocimientos y principios de las ciencias físicas. En física, en general, se tendrá el desafío de reducir o captar los gases de efecto invernadero para que no sigan aumentando y concentrándose en la atmósfera, lo que está estrechamente relacionado con el uso eficiente y responsable de materiales y energía, que debe ser renovable. Esto será complementario a la integración con otras ciencias durante el proyecto; se debe explicar por qué.
- Es pertinente que, independientemente de donde quieran focalizar el desarrollo del proyecto, tengan claridad sobre las características y el contexto actual del territorio en el que habitan.
- Es importante que aborden un problema o necesidad real que relacione la comunidad o el territorio local con cambio climático; eso ayuda a que se involucren con más sentido y voluntad de acción.
- Es relevante que, cuando recojan información, antes puedan consultar en su propia institución educativa, en juntas vecinales cercanas y en la municipalidad si existe o no un plan sobre cambio climático, o si ya se hizo algo. Estos antecedentes, junto con el análisis, son esenciales para el proyecto.
- Cautelar que el proyecto de acción consciente por el cambio climático vincule a diversos actores –estudiantes, docentes, amistades, familias, juntas vecinales del entorno del establecimiento, representantes municipales, entre otros– y que los alumnos identifiquen cuál sería el rol que podrían cumplir a partir de conversaciones con ellos. Si les ayudan a tomar conciencia y les indican los alcances del proyecto, ayudarán a que los actores se lo apropien y colaboren genuinamente entre ellos.
- Acompañar y retroalimentar durante el ciclo completo de cada proyecto: diagnóstico, diseño, ejecución y evaluación. Puede apoyarse en el *Manual para la generación de proyectos sobre cambio climático*, disponible en [www.curriculumnacional/link/http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2015/04/Manual-para-la-Generacion-de-Proyectos-de-Cambio-Climatico.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.adapt-chile.org/web/wp-content/uploads/2015/04/Manual-para-la-Generacion-de-Proyectos-de-Cambio-Climatico.pdf). Puede complementar con el libro *La enseñanza de las Ciencias Naturales basada en proyectos. Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en aula*, disponible en [www.curriculumnacional/link/http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CS-Nats-y-Trabajo-por-Proyectos-Version-digital.pdf](http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/downloads/2015/12/CS-Nats-y-Trabajo-por-Proyectos-Version-digital.pdf)
- Hay que mencionar a los estudiantes que, durante el proceso, agradezcan la participación y el trabajo de cada miembro del proyecto; que dediquen tiempo a explicar y escuchar las inquietudes y propuestas de sus compañeros u otros actores; que comuniquen sus avances, tropiezos y desafíos periódicamente a los diversos actores involucrados; que cuiden su ambiente de trabajo para que sea cordial y respetuoso en todo momento; que evalúen la posibilidad de rotación de roles dentro del equipo; y que confíen en su propio potencial intelectual, imaginativo y creativo.
- De ser posible, y considerando la autorización de los estudiantes, compartir los proyectos en las redes sociales de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF).

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Argumentan el rol de la interdisciplinariedad para el análisis y propuesta de soluciones a problemas sobre el cambio climático.
- Evalúan el alcance de acciones sostenibles.
- Justifican la selección e integración de conocimientos de diversas ciencias para analizar temas o problemas sobre cambio climático y sistemas naturales.

## RECURSOS Y SITIOS WEB

- Benjumeda, F., Romero, I. (2017). Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 621–637.
- Cifuentes, L.A., Meza, F.J. (2008). *Cambio climático: Consecuencias y desafíos para Chile*. Centro Interdisciplinario de Cambio Global. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://cambioglobal.uc.cl/images/publicacionese xtension/1\\_2008\\_Cambio\\_Climatico\\_Consecuencias\\_Desafios.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://cambioglobal.uc.cl/images/publicacionese xtension/1_2008_Cambio_Climatico_Consecuencias_Desafios.pdf)
- Debus, V., Santander-Massa, R. (2016). Energía y cambio climático. Soluciones locales para un problema de escala global. El caso del proyecto: generación de capacidades locales con energías renovables no convencionales. *Gestión Ambiental*, 32, 45-58.
- Duarte, C. (2006). Cambio Global. Impacto de la Actividad Humana sobre el Sistema Tierra. *Colección divulgación*, 3. 167 p.
- Hernández, C. y Carbonell, A. (2018). *Guía de Implementación de un modelo pedagógico de Educación Científica para la Sustentabilidad Territorial*. Universidad de Santiago de Chile. Agencia Chilena de Eficiencia Energética
- Informe IPCC (2013). *Cambio Climático. Bases físicas*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)
- Informe IPCC (2014). *Cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-IntegrationBrochure\\_es.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-IntegrationBrochure_es.pdf)
- IPCC (2017) *El IPCC y el Sexto ciclo de evaluación*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/09/AC6\\_brochure\\_es.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/09/AC6_brochure_es.pdf)
- Ministerio de Energía (S.N). *Manual etiquetado energético*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.minenergia.cl/ganamostodos/docweb/Manual%20Etiquetado.pdf](http://www.curriculumnacional/link/http://www.minenergia.cl/ganamostodos/docweb/Manual%20Etiquetado.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente (2017). Guía de apoyo docente en Cambio Climático. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%c3%ada-de-Cambio-Clim%c3%a1tico-2017.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%c3%ada-de-Cambio-Clim%c3%a1tico-2017.pdf)
- UN. (1992) *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf](http://www.curriculumnacional/link/https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf)
- UN. (S.N) *Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU*. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html](http://www.curriculumnacional/link/https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html)
- Vilches, A., Gil-Pérez, D. (2016). La transición a la sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 395-407.
- Permacultura y soluciones sustentables: [www.curriculumnacional/link/https://elhorticultor.org/biblioteca-completa-de-permacultura-y-ecologia-en-pdf-para-descargar/](http://www.curriculumnacional/link/https://elhorticultor.org/biblioteca-completa-de-permacultura-y-ecologia-en-pdf-para-descargar/)



## Actividad de Evaluación. ¿Estoy en condiciones de liderar discusiones sobre cambio climático?

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1. Analizar, con base en datos científicos actuales e históricos, el fenómeno del cambio climático global, considerando los patrones observados, sus causas probables, efectos actuales y posibles consecuencias futuras sobre la Tierra, los sistemas naturales y la sociedad.

OA 5. Investigar y aplicar conocimientos de la física (como mecánica de fluidos, electromagnetismo y termodinámica) para la comprensión de fenómenos y procesos que ocurren en sistemas naturales, tales como; los océanos, el interior de la Tierra, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos.

OA 6. Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f. Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

- Diferencian los conceptos de estaciones del año, tiempo atmosférico, clima, variabilidad y cambio climático.
- Aplican conocimientos de las ciencias físicas para explicar las interacciones en el sistema climático.
- Usan modelos para explicar los efectos actuales y posibles consecuencias del cambio climático global sobre los sistemas naturales, los territorios y la sociedad.
- Aplican conocimientos de las ciencias físicas para describir fenómenos que ocurren en sistemas naturales.
- Justifican la selección e integración de conocimientos de diversas ciencias para analizar temas o problemas sobre cambio climático y sistemas naturales.

### DURACIÓN

4 horas pedagógicas.

## Investigación y análisis de un fenómeno

- A modo de motivación, los estudiantes leen el titular de la siguiente noticia:

### Nacional

viernes 17 noviembre de 2017 | Publicado a las 14:22

## "TropiConce" del dicho a la realidad: científicos estudian vínculo tropical en el Bío Bío

(Fuente: [www.curriculumnacional/link/https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2017/11/17/tropiconce-del-dicho-a-la-realidad-cientificos-estudian-vinculo-tropical-en-el-bio-bio.shtml](http://www.curriculumnacional/link/https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2017/11/17/tropiconce-del-dicho-a-la-realidad-cientificos-estudian-vinculo-tropical-en-el-bio-bio.shtml))

Sobre la base del titular, los estudiantes:

- Redactan posibles razones para denominar "TropiConce" a la ciudad de Concepción.
- Investigan en qué consiste el efecto "TropiConce" y responden las siguientes preguntas:
  - i. ¿Qué conocimientos de las ciencias físicas son necesarios para comprender el fenómeno? Argumenten.
  - ii. Elaboren un modelo explicativo sobre el origen del fenómeno en estudio que considere las interacciones entre componentes del sistema climático.
  - iii. ¿Cómo se podría relacionar el fenómeno con los conceptos de estaciones del año, tiempo atmosférico, clima y variabilidad climática?
  - iv. ¿Podrían afirmar que el efecto "TropiConce" es una evidencia del cambio climático? Argumenten.

### Observaciones al docente

"TropiConce", finalmente, alude a la rápida variabilidad meteorológica intra-diaria de las condiciones atmosféricas. Así pues, tiene que ver con las transiciones (eventualmente repetidas) dentro de un día, entre lluvia y nubosidad, sol, etc. Finalmente, una posible explicación desde la climatología es que Concepción se encuentra en el límite norte de la región afectada por el paso de sistemas frontales, por lo que sus efectos son más intermitentes que en regiones que están más al sur.

## Reflexión sobre el cambio climático

- Leen el siguiente texto de la Organización de las Naciones Unidas, y luego responden algunas preguntas.

El cambio climático es el mayor desafío de nuestro tiempo y nos encontramos en un momento decisivo. Desde pautas meteorológicas cambiantes, que amenazan la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes. Si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro.

(Fuente: [www.curriculumnacional/link/https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html](http://www.curriculumnacional/link/https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html))

1. ¿Qué entiende la comunidad científica por clima y cambio climático?
  2. ¿Cuáles podrían ser las razones de que la ONU afirme que el cambio climático es el mayor desafío de nuestro tiempo?, ¿acaso el clima no ha cambiado durante toda la historia de la Tierra?
  3. ¿Por qué se dice que los efectos del cambio climático son de alcance mundial?
  4. ¿Cuáles podrían ser las medidas "drásticas" a la que se refiere el texto y qué tan viables son en la actualidad?
- Leen la noticia "Estudio: el cambio climático no ocurrirá mañana" basada en el artículo científico *Emergence of robust precipitation changes across crop production areas in the 21st century* (2019), y luego responden algunas preguntas.

### Estudio: el cambio climático no ocurrirá mañana

Se requiere una disminución radical de las emisiones de gases de efecto invernadero para que los agricultores tengan tiempo de prepararse para los grandes cambios en la lluvia que podrían diezmar los cultivos, dijeron los investigadores [...].

Ya las áreas húmedas verán más lluvia y las áreas secas se secarán a un ritmo determinado por los niveles de emisiones, dijeron los investigadores en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Estos cambios ocurrirán independientemente de las medidas tomadas sobre el cambio climático, pero, al reducir las emisiones, los países pueden ganar tiempo para adaptarse a los nuevos niveles de lluvia.

Para este estudio, los investigadores analizaron el trigo, la soja, el arroz y el maíz, cultivos que representan aproximadamente el 40 por ciento de la ingesta calórica global, en diferentes escenarios de emisión.

"Creo que es preocupante", dijo a la Fundación Thomson Reuters la autora principal del estudio, Maisa Rojas, profesora de climatología de la Universidad de Chile.

La mayoría de los cultivos que se consumen en todo el mundo son producidos por la lluvia y la agricultura, según el Instituto Internacional de Gestión del Agua, una organización de investigación científica sin fines de lucro.

Alrededor del 60 por ciento de las tierras cultivadas en el sur de Asia y el 95 por ciento en el África subsahariana dependen de la lluvia.

Si el mundo cumple con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París 2016 para mantener el aumento de la temperatura global en menos de 2 grados centígrados, estas regiones tendrán entre 20 y 30 años para preparar y adaptar las prácticas agrícolas.

Si estos estándares no se cumplen y las emisiones continúan al ritmo actual o aumentan, algunas regiones verán cambios a partir de 2020.

Rojas señaló que los países más pobres y secos sentirán de manera desproporcionada los efectos negativos de tales cambios y pueden volverse dependientes de las importaciones.

Las regiones secas como el sur de África y Australia, que dijo que ya están viendo una disminución en las precipitaciones, deben examinar de inmediato los sistemas de riego, las represas o el cultivo de diferentes alimentos por completo.

Si se cumplen los estándares del Acuerdo de París, las áreas más afectadas tendrán hasta 2040 para prepararse para los próximos cambios de precipitación.

"Cada vez que pensábamos en el cambio climático hasta ahora, decíamos: 'Esto es algo que sucederá en el futuro'", dijo Rojas. "Tenemos que darnos prisa".

(Fuente: [www.curriculumnacional/link/https://www.voanoticias.com/a/estudio-el-cambio-clim%C3%A1tico-no-ocurrir%C3%A1-ma%C3%B1ana/4824667.htm](http://www.curriculumnacional/link/https://www.voanoticias.com/a/estudio-el-cambio-clim%C3%A1tico-no-ocurrir%C3%A1-ma%C3%B1ana/4824667.htm))

1. ¿El título quiere decir que no habrá cambio climático en el futuro? Expliquen. ¿Qué efecto se está buscando en el público lector con este título?
2. ¿Cómo puede favorecer la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, un periodo en que los agricultores se preparen frente al cambio climático?
3. ¿Cómo se explica científicamente la proyección de que zonas húmedas verán más lluvias y zonas secas tendrán la tendencia a una mayor sequía?
4. ¿Será relevante que las personas de zonas afectadas vulnerables al cambio climático comprendan la relación entre los gases de efecto invernadero y el ciclo hidrológico? Argumenten brevemente.
5. ¿Qué prácticas vinculadas con el ciclo hidrológico podrían realizar las personas que saben que sufrirán sequías?

6. ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de la variación drástica en la producción agrícola a escala global?

### Profundización en la complejidad

- Respondan las siguientes preguntas:
  1. ¿Cuál es la diferencia entre variabilidad climática y cambio climático?
  2. ¿Qué conocimiento de las ciencias físicas y otras áreas son necesarias para comprender el cambio climático? Argumenten.
  3. ¿Cómo relacionarían los conceptos de sistema climático y sistema complejo, y cómo este último favorece una percepción más real del cambio climático?
  4. ¿Cuál es el significado de las relaciones no lineales dentro del sistema climático?
  5. El Panel Intergubernamental de Expertos por el Cambio Climático de la ONU (IPCC), a partir de diversas investigaciones científicas, muestra que algunas de las evidencias más significativas del cambio climático a lo largo de los años son: el aumento de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas; el cambio del nivel del mar; acidificación de los océanos. ¿Cómo explicarían cualitativamente cada uno de estos fenómenos desde las ciencias físicas?, y ¿cómo representarían la relación entre estos fenómenos en una gráfica?
- Elaboren en parejas un mapa conceptual que responda la siguiente pregunta: ¿cómo el cambio climático afecta a los sistemas naturales, los territorios y a la sociedad?

### Acción por el cambio climático

- Propongan un plan de prevención y mitigación del cambio climático para su hogar o su institución educativa, basado en el conocimiento de su territorio y de las ciencias físicas integradas con otras ciencias.
- Establezcan relaciones entre sus conocimientos, habilidades y convicciones para enfrentar la siguiente situación:
 

Eres elegido como uno de los jóvenes de tu comuna para **concientizar a la ciudadanía sobre las causas y efectos del cambio climático**, por lo que tienes el desafío de preparar una innovadora y rigurosa conferencia sobre el tema para presentarla en dos horas. Estarán presentes tu familia, amistades, compañeros de colegio, y representantes de juntas vecinales, pueblos originarios y alcalde, entre otros.
- Redacten un guion y argumenten la organización de la secuencia, la información, las evidencias y los ejemplos seleccionados.

#### Observaciones al docente

- Se sugiere alentar a los estudiantes, recordándoles el potencial de la creatividad y la imaginación de todo ser humano.
- Motíuelos a crear un título que sensibilice; que seleccionen información y evidencias claras y significativas que conduzcan al cuestionamiento y a la necesidad de asumir un compromiso a la brevedad, ejemplificando que para eso hay varios caminos posibles.
- Dígalos que, si quieren, pueden grabar un audio o video con el guion diseñado y viralizarlo entre las redes sociales, familiares y amigos.