

## 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.

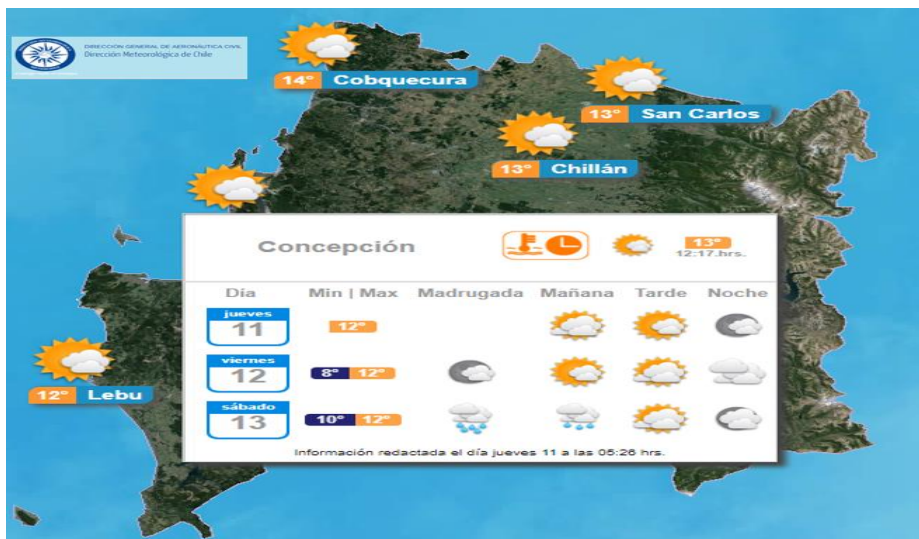
### DURACIÓN

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

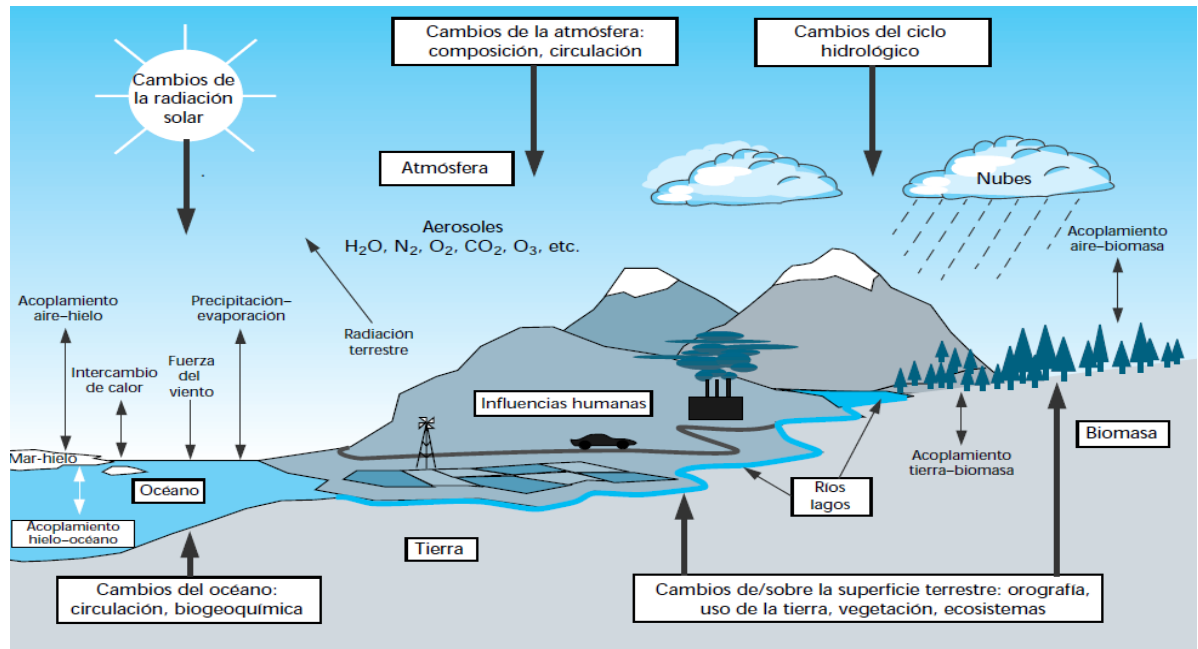
- Es importante mencionar que cambio climático no es lo mismo que variabilidad climática. La variabilidad climática corresponde a las fluctuaciones del clima que se han presentado en diversas escalas de tiempo y espacio durante la historia de la Tierra.
- En caso de que tengan dudas sobre el equipo de 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)