

EL CLIMA EN NUESTRAS MANOS

# EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA TIERRA

Manual para docentes  
de primaria y secundaria



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



Office for  
Climate  
Education

UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE



**EL CLIMA EN NUESTRAS MANOS**

# El cambio climático y la tierra

Manual para docentes de primaria y secundaria

El presente documento debe citarse de la siguiente manera: “**El clima en nuestras manos – El cambio climático y la tierra. Manual para docentes de primaria y secundaria**”, Office for Climate Education (OCE), París, 2022.

#### **Coordinadores (en orden alfabético)**

Simon Klein (OCE, Francia)

Mathilde Tricoire (OCE, Francia)

David Wilgenbus (OCE, Francia)

#### **Autores (en orden alfabético)**

Simon Klein (OCE, Francia)

Lydie Lescarmontier (OCE, Francia)

Natalie Nicetto (OCE, Francia)

Djian Sadadou (OCE, Francia)

Mathilde Tricoire (OCE, Francia)

David Wilgenbus (OCE, Francia)

La sección “Resumen científico” fue redactada por Simon Klein, Lydie Lescarmontier y Mathilde Tricoire.

Maquetación y diseño de portada: Mareva Sacoun

Traducción del texto en español: Marta Gómez Barrera

Maquetación y diseño de portada en español: Bruno Marie

En la sección de Agradecimientos (pág. 261) se puede consultar una lista completa de las numerosas personas que han contribuido a este manual con sus revisiones, propuestas, ensayos en el aula, etc.

#### **Fecha de publicación**

Abril 2022

#### **Información**

Para obtener más información sobre el trabajo desarrollado por la Oficina de Educación Climática, así como copias adicionales de este documento (versiones en inglés, francés y español disponibles en 2022), escriba a:

Office for Climate Education

Sorbonne Université – IPSL

Tour 33-34, 2<sup>ème</sup> étage, bureau 215

4 Place Jussieu, 75005 Paris – Francia

Correo electrónico: [contact@oce.global](mailto:contact@oce.global)

Página web: <https://www.oce.global>

#### **Copyright**

Este trabajo ha sido publicado por la Oficina de Educación Climática bajo la licencia Creative Commons. Puede compartirse, utilizarse y adaptarse libremente siempre que no se le dé un uso comercial.



# UNA EDUCACIÓN CLIMÁTICA NECESARIA

Existe una necesidad urgente de actuar colectivamente para mitigar las consecuencias del cambio climático y adaptarnos a los cambios inevitables que nos esperan. La complejidad de los problemas derivados del cambio climático puede representar un desafío para la educación. Con todo, la educación desempeña un papel clave para garantizar que las generaciones más jóvenes adquieran los conocimientos y las habilidades necesarias para entender los problemas relativos al cambio climático y evitar que se desalienten, incentivarles a actuar y prepararlos para vivir en un mundo cambiante.

La Oficina de Educación Climática (OCE, por sus siglas en inglés) se fundó en 2018 para promover

una cooperación internacional sólida entre organizaciones científicas, instituciones educativas y ONG. El objetivo general de la OCE es garantizar que las generaciones jóvenes presentes y futuras sean educadas y formadas sobre el cambio climático. Los docentes tienen un papel fundamental en la educación sobre el clima y es por ello esencial que reciban apoyo suficiente para impartir una enseñanza eficaz en torno al cambio climático. La OCE ha desarrollado una serie de recursos pedagógicos y módulos de desarrollo profesional para apoyar a los docentes en la enseñanza y el aprendizaje sobre el cambio climático con una pedagogía activa.

## CONTENIDO DE ESTE PROYECTO PEDAGÓGICO

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas publicó en agosto de 2019 un informe especial<sup>1</sup>, en el que se destacó la importancia de la tierra para la humanidad, así como la magnitud del impacto del cambio climático en el ser humano.

Los cuatro mensajes clave del informe son:

- La tierra es el lugar que habitamos.
- Está sometida a una presión humana cada vez mayor.
- La tierra es parte de la solución,
- pero no puede hacerlo todo.

Este manual para docentes de la OCE ha sido documentado y redactado por el equipo de la OCE, en colaboración con científicos y educadores. El objetivo es ayudar a los profesores a llevar a cabo en sus aulas una serie de actividades sobre el cambio climático y la tierra. Este manual:

- va dirigido a estudiantes entre los **últimos años de la escuela primaria y los últimos niveles de la educación secundaria** (entre 9 y 15 años);
- incluye descripciones **científicas y pedagógicas, un programa de estudios organizado en lecciones, actividades, hojas de trabajo** y enlaces a recursos externos (videos y actividades multimedia);
- su enfoque es **interdisciplinario** al contener lecciones que abarcan disciplinas diversas: ciencias naturales, ciencias sociales, artes y filosofía;
- promueve una **pedagogía activa** a través de la indagación, los juegos de rol, los juegos formativos, los debates y el aprendizaje basado en proyectos.

Ver este [video](#) para más información sobre este manual.



El manual se divide en dos partes:

### PARTE 1 COMPRENDEMOS

Esta sección contiene **cuatro secuencias** con lecciones básicas y opcionales destinadas a ayudar a los estudiantes a entender el impacto del cambio climático inducido por las actividades humanas. Los contenidos resaltan también la importancia de la tierra en la regulación del clima y el suministro de recursos y servicios esenciales para los seres humanos y cómo estos servicios se están viendo amenazados por el cambio climático. Por último, a través de las lecciones se brinda a los alumnos la oportunidad de reflexionar y considerar la importancia de adoptar medidas urgentes.

### PARTE 2 ACTUAMOS

En esta sección se presentan **siete proyectos** desarrollados por alumnos y escuelas de todo el mundo para adoptar medidas concretas de adaptación al cambio climático o de mitigación de sus efectos. Dichos proyectos pueden utilizarse como inspiración para desarrollar otros proyectos similares. En esta sección también se describen los detalles sobre posibles diseños y metodologías para la ejecución de un proyecto.

<sup>1</sup> <https://www.ipcc.ch/srccl/>

Las secuencias de lecciones de este manual están redactadas para que los profesores puedan seleccionar aquellas que **mejor se adapten a sus necesidades o contextos**. Sin embargo, aconsejamos a los docentes que mantengan un cierto **equilibrio entre las dos partes principales**: por lo general, los alumnos no son capaces de realizar determinadas acciones de forma inteligente y eficaz sin una comprensión adecuada de los problemas. Por otro lado, comprender sin actuar no es suficiente, dada la urgencia que plantea la adaptación y la mitigación del cambio climático.

**Esperamos que este recurso inspire a los docentes y les ayude a implementar en las aulas un programa de educación climática creativo y eficaz.**

# CONTENIDO

## Información de referencia para el docente

### 7 RESUMEN CIENTÍFICO

Introducción; Qué es el clima y por qué varía; Por qué la tierra es importante para el ser humano; Cómo el clima está cambiando rápidamente debido a la actividad humana; Cómo la tierra está cambiando debido al cambio climático y a la actividad humana; Qué repercusiones tiene todo esto para el ser humano; Cómo podemos actuar para adaptarnos al cambio climático y mitigar sus efectos; Como conclusión

### 21 RESUMEN PEDAGÓGICO

Introducción; Mapa mental de esta guía para docentes; Cómo utilizar esta guía en la progresión de las distintas lecciones; ¿Cómo utilizar esta guía para preparar una lección?; ¿Cómo enseñar el cambio climático?

## Plan de lecciones

### 29 PARTE I COMPRENDEMOS

Secuencia A—¿Qué es el cambio climático? .....	32
Lección A1—Evidencias del cambio climático en la tierra; Lección A2—El efecto invernadero: comprenderlo con una analogía; Lección A3—El efecto invernadero y las actividades humanas; Lección A4—El ciclo del carbono: la tierra como parte del sistema climático; Lección A5—Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: fotosíntesis y respiración; Lección A6—Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: combustión, energía y actividades humanas	
Secuencia B—¿Por qué la tierra es importante para el ser humano? .....	84
Lección B1—Nuestros recursos naturales; Lección B2—Diferentes tipos de suelo y usos de la tierra; Lección B3—El suelo como recurso fundamental; Lección B4—Bosques, humanos y cambio climático	
Secuencia C—La tierra y el cambio climático .....	137
Lección C1—Los efectos de nuestra dieta en el cambio climático; Lección C2—Cambio climático y agricultura; Lección C3—Fenómenos extremos y degradación de la tierra; Lección C4—Cambio climático, actividades humanas y biodiversidad	
Secuencia D—¿Cómo podemos actuar? .....	201
Lección D1—Nuestra huella de carbono; Lección D2—Cómo nos sentimos ante el cambio climático: trabajar con las emociones; Lección D3—Justicia climática; Lección D4—Medidas de adaptación y mitigación al rededor del mundo	
Comprendemos—Sesión de repaso .....	228

### 233 PARTE II ACTUAMOS

#1 Proyecto de metodología – Climatón .....	237
#2 Proyecto de adaptación – Oasis .....	239
#3 Proyecto de adaptación y mitigación – Acuaponía .....	241
#4 Proyecto de mitigación – Biodigestores .....	243
#5 Proyecto de adaptación y mitigación – Huertos familiares .....	245
#6 Proyecto de ciencia ciudadana – Guardianes de árboles .....	247
#7 Proyecto de sensibilización – Orbis .....	249

## Acerca de este manual

### 252 RECURSOS MULTIMEDIA ADICIONALES

### 256 BIBLIOGRAFÍA

### 258 GLOSARIO

### 261 AGRADECIMIENTOS

### 262 DERECHOS DE AUTOR





## **RESUMEN CIENTÍFICO**

INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL DOCENTE

# RESUMEN CIENTÍFICO

## Introducción



Este documento de referencia se basa en el **Informe especial “El cambio climático y la tierra”** (SRCCL, por sus siglas en inglés), redactado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) y publicado en agosto de 2019 (<https://www.ipcc.ch/srccl/>). Su objetivo es proporcionar un panorama general de

los temas y conceptos básicos explorados en las lecciones que figuran en este manual. Salvo que se especifique lo contrario, la información proporcionada en este documento proviene del informe SRCCL y de otros informes institucionales, como los de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Nota: Las definiciones de las palabras marcadas con un asterisco pueden consultarse en el glosario (pág. 258).

Este documento ofrece una visión general del cambio climático a través de seis temas clave:

- Qué es el clima y por qué varía
- Por qué la tierra es importante para el ser humano
- Cómo el clima está cambiando rápidamente debido a la actividad humana
- Cómo la tierra está cambiando debido al cambio climático y a la actividad humana
- Qué repercusiones tiene todo esto para el ser humano
- Cómo podemos actuar para adaptarnos al cambio climático y mitigar sus efectos

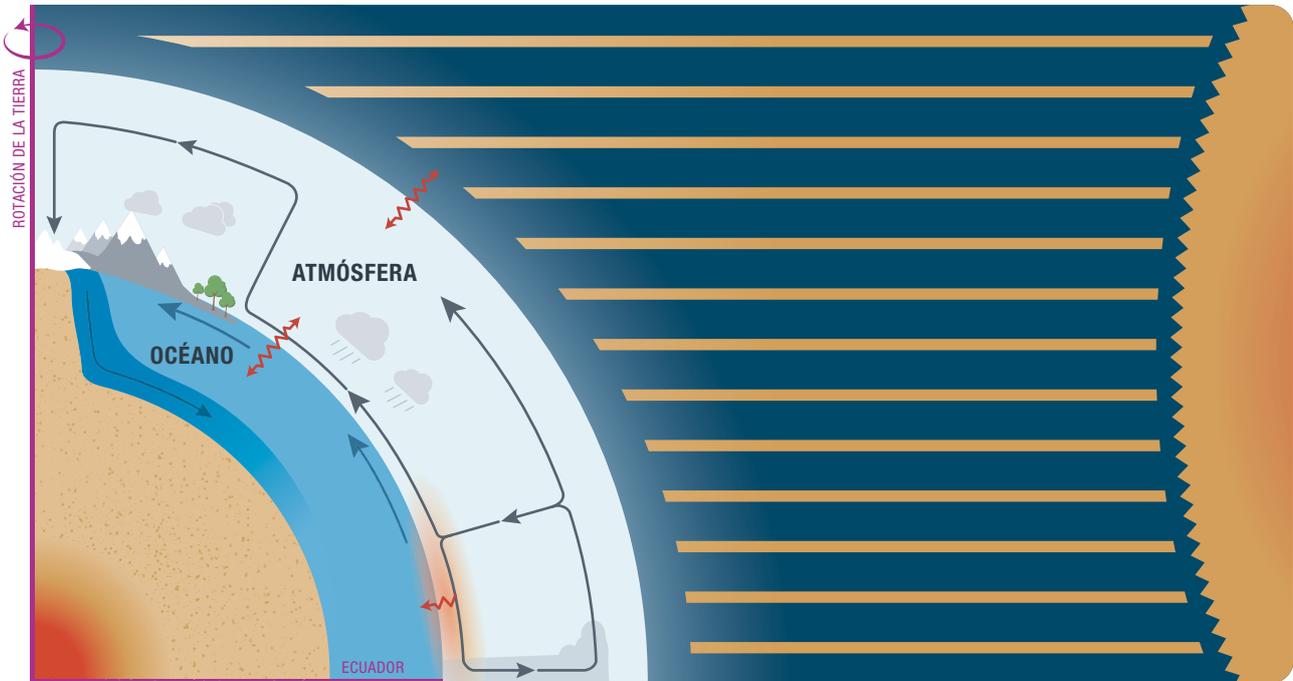
## Qué es el clima y por qué varía

### EL CLIMA Y SUS VARIACIONES

El **clima\*** es el estado promedio del **tiempo meteorológico\*** calculado a lo largo de meses, años, décadas, siglos y más. En los trópicos, el clima habitual es cálido y húmedo (hablamos de clima tropical), aunque las condiciones meteorológicas (el tiempo) pueden variar de un día a otro en torno a ese “estado promedio”. Más allá de la situación geográfica, que explica los diferentes climas que hay en la Tierra, el sistema climático global es un conjunto dinámico de componentes (atmósfera, océano, criósfera, superficie terrestre, biósfera, etc.)

que intercambian continuamente flujos entre ellos: energía, agua, y carbono, entre otros elementos.

**La energía solar es el principal motor del sistema climático.** Dada la forma esférica de la Tierra, la radiación solar distribuye la energía de forma desigual por el planeta: los trópicos reciben en promedio más energía que los polos (véase la figura a continuación). Para mantener el clima estable, la atmósfera y el océano transportan esta energía extra desde los trópicos a los polos, actuando así como reguladores del clima.



El sistema climático recibe la energía del sol. La radiación solar distribuye la energía de manera desigual en la superficie terrestre.

Para detectar cambios en el clima y determinar sus causas, los científicos deben entender primero los mecanismos que lo afectan. **El clima varía debido a causas tanto externas como internas.**

#### CAUSAS EXTERNAS

Existen tres fuentes principales de variaciones climáticas externas:

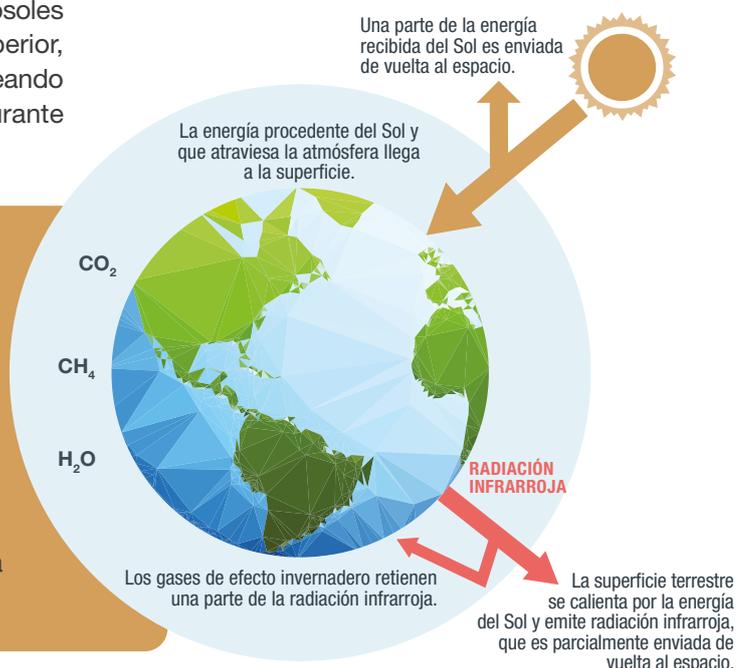
- **Los cambios en la cantidad de energía recibida del Sol** (vinculados a las manchas solares o los cambios en la órbita de la Tierra). Por ejemplo, las estaciones que experimentamos son variaciones climáticas producidas por cambios en la cantidad de luz solar recibida en un lugar determinado durante el año.
- **Las erupciones volcánicas** que se producen en la Tierra. Las erupciones masivas liberan aerosoles (diminutas partículas) en la atmósfera superior, los cuales actúan como un paraguas bloqueando los rayos del Sol y enfriando el planeta durante algunos años.

- Las emisiones de **gas de efecto invernadero (GEI)**.\*

Los gases de efecto invernadero son gases presentes en la atmósfera que tienen la propiedad de ser, en su mayoría, transparentes a la luz solar visible, pero no a la **radiación infrarroja**\* emitida por la superficie de la Tierra. Estos gases (vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, entre otros) atrapan la radiación infrarroja y reenvían parte de ella a la superficie, calentando así la atmósfera inferior y la superficie del planeta. Este fenómeno se conoce como efecto invernadero. No todos los gases de efecto invernadero tiene el mismo **potencial de calentamiento global**\*, es decir, no tienen el mismo “poder” de calentar la atmósfera.

#### EL EFECTO INVERNADERO

Este fenómeno se produce de forma natural y es esencial para la vida en la Tierra. Sin él, la temperatura global promedio sería de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en lugar de  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ahora bien, el ser humano está aumentando los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera, causando un cambio climático antropogénico (inducido por el hombre). Debido a su origen, son una causa externa al sistema climático.



**CAUSAS INTERNAS**

El clima también experimenta variaciones internas como resultado del propio funcionamiento del sistema climático. El **fenómeno de El Niño** es la fuente más activa de variaciones internas de un año para otro (véase el [Resumen para profesores del Informe especial “El océano y la criósfera en un clima cambiante”](#)). Se origina en el Pacífico tropical, pero afecta a casi todo el planeta. Los cambios en las corrientes oceánicas también pueden provocar cambios en el clima regional durante décadas. Por ejemplo, el enfriamiento del océano Atlántico Norte durante las décadas de 1970 y 1980 provocó graves sequías en el Sahel (sur del desierto del Sáhara).

**LA FUNCIÓN ESPECÍFICA DE LA TIERRA**

La **tierra** es la superficie del planeta en la que se asienta el ser humano, que le permite producir sus alimentos y a la vez es la interfaz de diversos intercambios con la atmósfera, que contribuyen al buen funcionamiento del clima.

El **suelo** es la capa superior de la tierra, compuesta por una mezcla de materia orgánica y minerales.

El suelo interactúa con la atmósfera y es también el medio por el que crecen las plantas y la materia orgánica se descompone, así como un hábitat para organismos diversos.

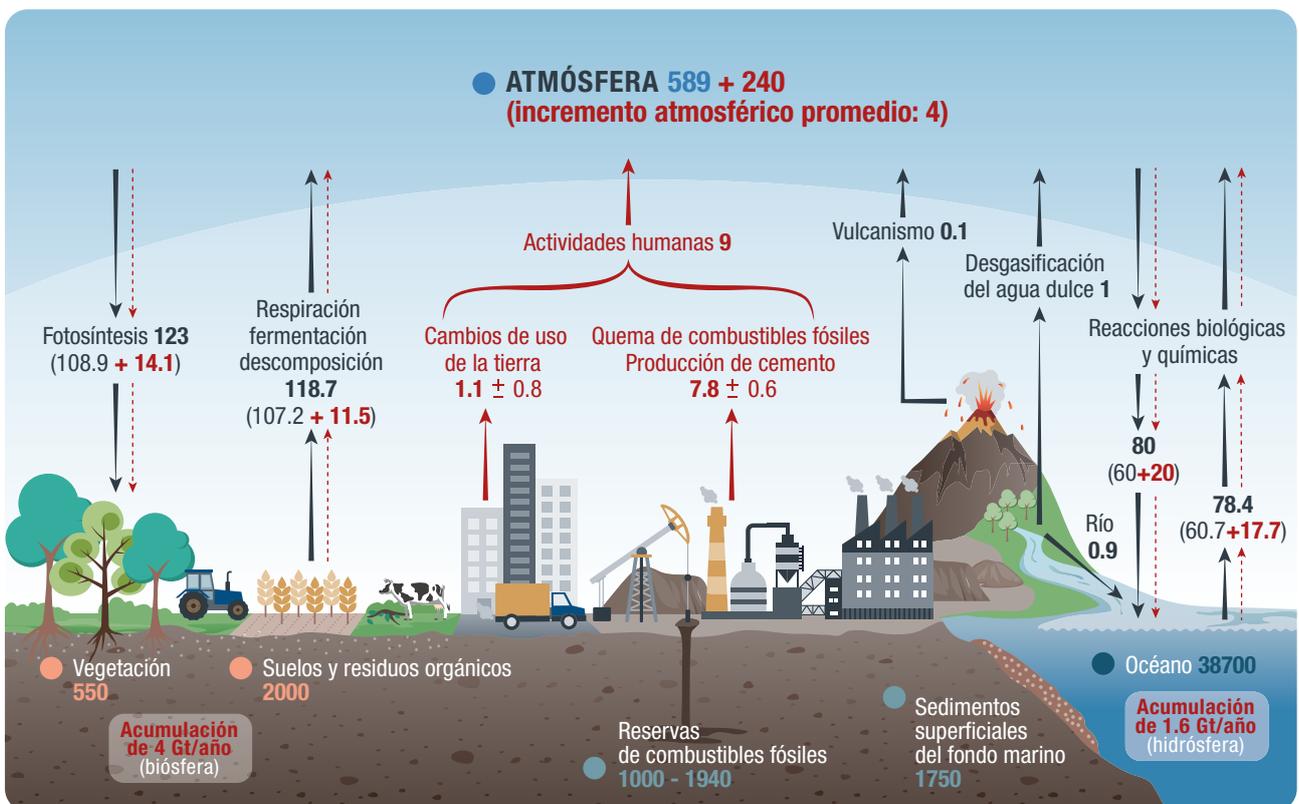
**ALMACENAMIENTO DEL CARBONO**

La **tierra almacena una gran cantidad de carbono** en distintos depósitos o reservas: el suelo (en forma de materia orgánica), la biósfera, las rocas y los recursos de combustibles fósiles.

El carbono almacenado no permanece de por vida en esos depósitos, sino que se desplaza de uno a otro a lo largo de distintos marcos temporales, inclusive a depósitos no conectados a la tierra (atmósfera, océano, biósfera oceánica). Estos movimientos se denominan “flujos”. Un ejemplo de flujo es la **fotosíntesis\***, en la cual se transfiere el carbono desde la atmósfera a las plantas y, en última instancia, al suelo. En el siguiente gráfico mostramos el **ciclo del carbono\*** completo.

**LA TIERRA COMO PARTE DEL SISTEMA CLIMÁTICO**

La **tierra intercambia energía, agua, aerosoles y gases de efecto invernadero con la atmósfera y el océano**. Estos intercambios se deben tanto a la actividad humana como a mecanismos naturales. Así pues, la tierra desempeña un papel fundamental en el sistema climático.



**Reservas naturales:** ● Biósfera ● Litósfera ● Hidrósfera ● Atmósfera → Flujo natural → Impacto antropico

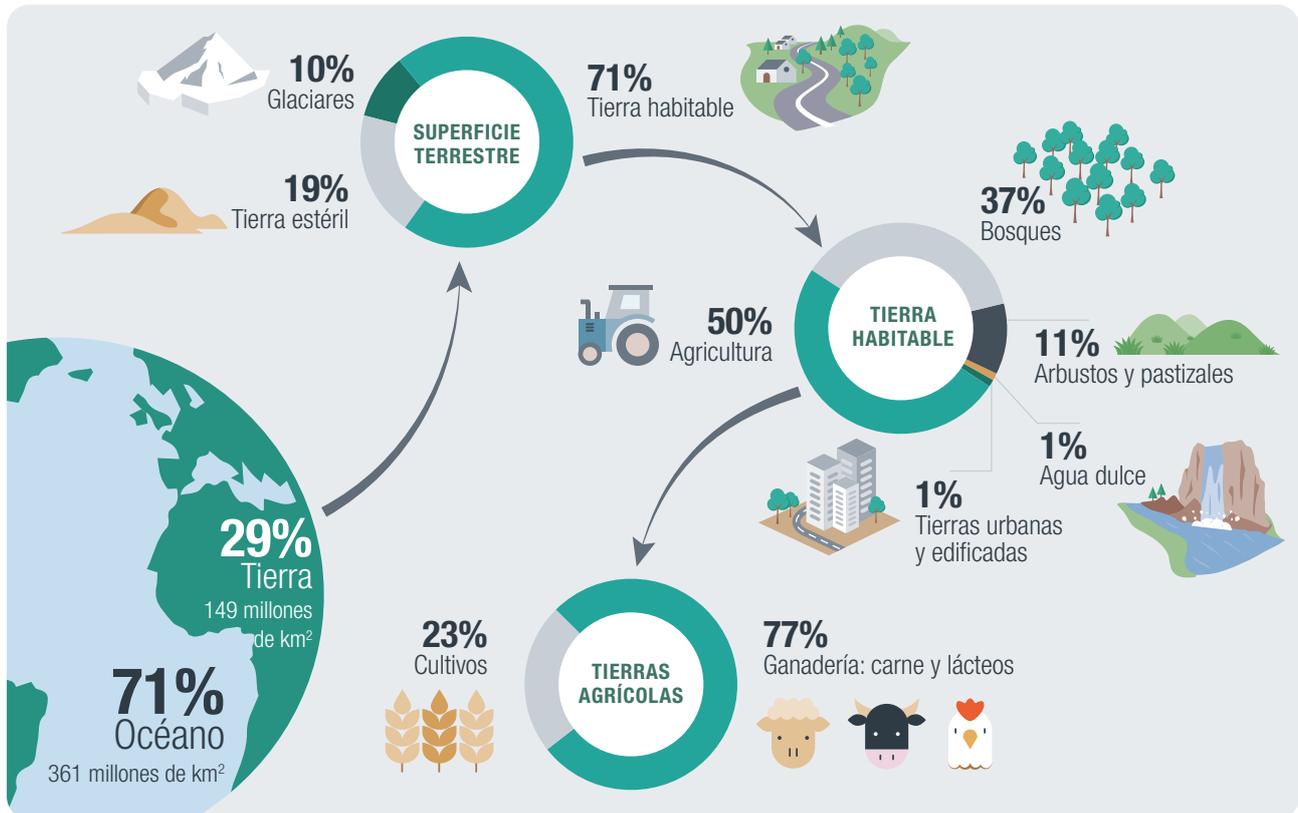
**El ciclo del carbono.** La cantidad de carbono en cada depósito se indica en gigatoneladas (1 gigatonelada = mil millones de toneladas).

Fuente: Adaptado de SVT Dijon, datos procedentes del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC, 2014.

# Por qué la tierra es importante para el ser humano

La tierra es donde vivimos. **Es esencial para la existencia y el bienestar humanos**, pues nos proporciona la mayor parte de los **alimentos, piensos (alimento para el ganado), fibra, madera y energía**.

Actualmente, la actividad humana afecta a unas tres cuartas partes de la superficie terrestre global libre de hielo (véase la figura a continuación).



**Cómo se utiliza la tierra (~2015).** Aunque los asentamientos humanos (ciudades, pueblos y aldeas) solo ocupan alrededor de un 1 % de la superficie terrestre total libre de hielo, utilizamos la tierra para muchos propósitos.

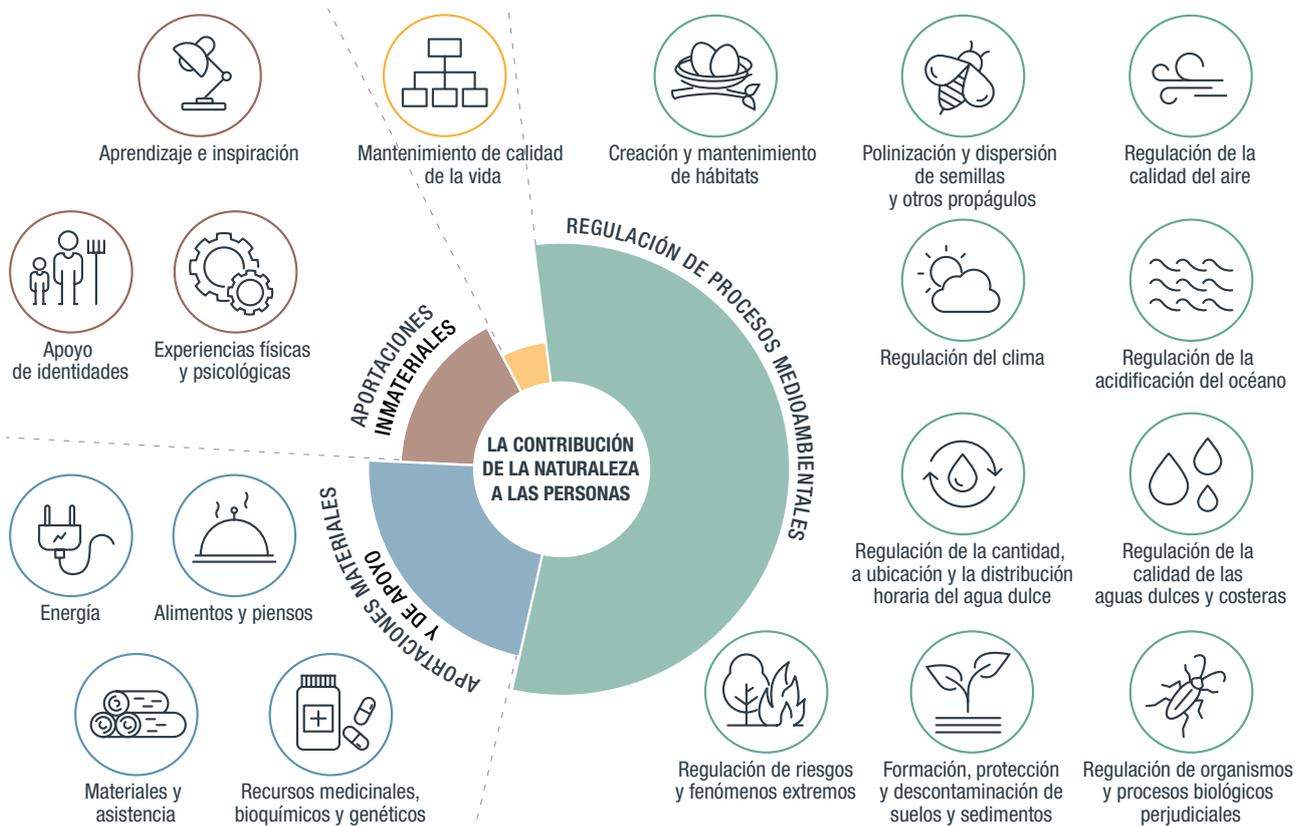
Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Licencia CC-BY de los autores Hannah Ritchie y Max Roser, 2019. Adaptado de una infografía por Azote.

## LA TIERRA ES FINITA

La forma en que decidimos gestionar la tierra no solo afecta al sustento de miles de millones de personas, sino que también repercute en los ecosistemas naturales que sobreviven en la Tierra y que ayudan a mantener los servicios ecosistémicos (calidad del aire y del suelo, control de inundaciones y enfermedades, polinización, etc.). En el siguiente gráfico se muestran algunos ejemplos de **servicios ecosistémicos\*** proporcionados por la tierra.

El problema es que la tierra es finita y que a medida que aumenta la población humana **dependemos cada vez más de ella**. Por todo ello, las pérdidas resultantes de dañarla pueden ser considerables y difíciles de reparar.





### Ejemplos de servicios ecosistémicos

Fuente: IPBES (adaptación): [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_en.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf)

## LA BIODIVERSIDAD

### EL PAPEL DE LA BIODIVERSIDAD

El término **biodiversidad**\* significa literalmente diversidad de organismos. En concreto, la biodiversidad abarca varios niveles: **biodiversidad intraespecífica** (diferencias entre miembros de una misma especie), **biodiversidad interespecífica** (diferencias entre especies) y **diversidad de los ecosistemas** (el entorno y las especies que viven en él). La biodiversidad cumple muchas funciones y proporciona servicios al **ecosistema**\* tales como la producción de oxígeno o la captura de carbono. **Los ecosistemas biodiversos son también los más resilientes al cambio climático**<sup>1</sup>.

### LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE

La distribución desigual de la energía solar recibida en la superficie de la Tierra y la repartición de la tierra con respecto a los océanos resultan en una fuerte variación del clima de un lugar a otro del mundo. El clima, en interacción con la topografía local, da lugar al desarrollo de ecosistemas específicos en las distintas regiones del planeta. Los ecosistemas de una región similar se denominan **biomas**\* (p. ej.,

desiertos o bosques tropicales). Estos ecosistemas terrestres son enormes reservas de biodiversidad.

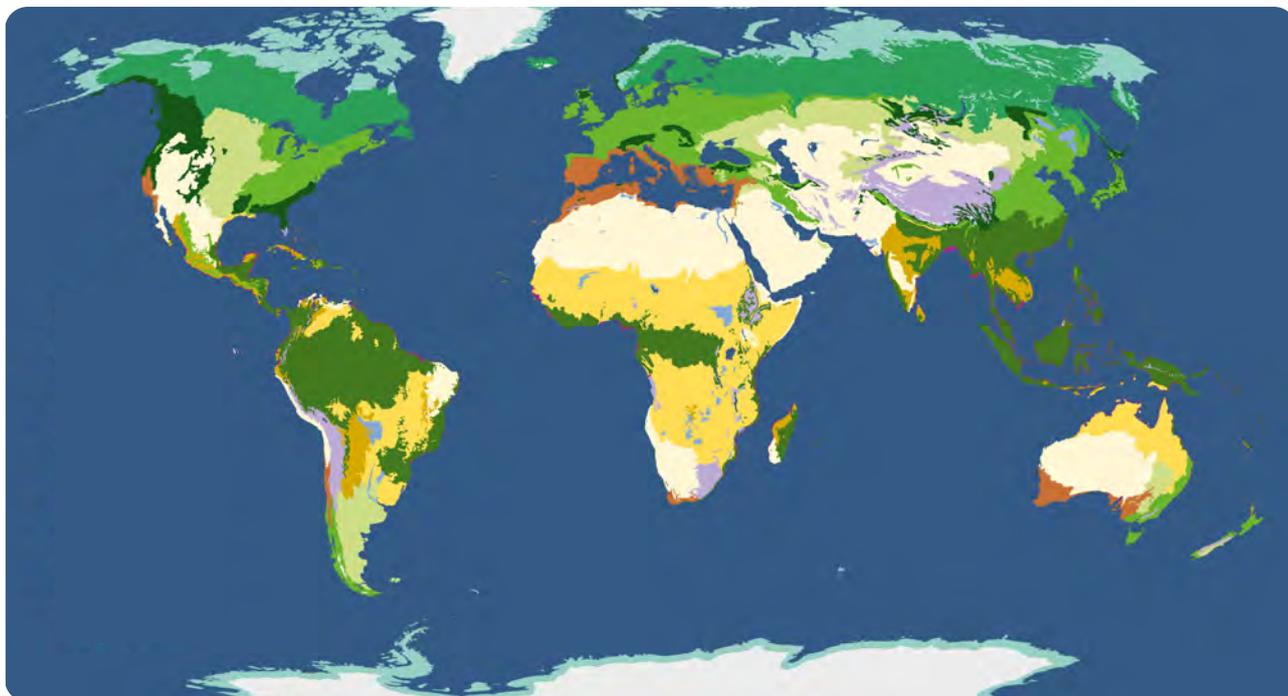
### LA BIODIVERSIDAD DE LOS SUELOS

Los ecosistemas terrestres “visibles” no son los únicos en albergar una gran biodiversidad; los suelos son también una importante reserva de biodiversidad en forma de bacterias, lombrices, insectos y hongos. Esta macro y microfauna desempeña un papel clave en la descomposición de la materia orgánica y en su conversión en materia mineral. De ahí que se denominen “descomponedores”.



Los bosques tropicales son los ecosistemas con la mayor biodiversidad terrestre.

<sup>1</sup> Epple y Dunning (2014), Ecosystem resilience to climate change: What is it and how can it be addressed in the context of climate change adaptation? Informe técnico del Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (CMVC) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.



### Biomás del mundo

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color: #4682B4;">●</span> Tundra                              | <span style="color: #90EE90;">●</span> Praderas, sabanas y matorrales templados                  | <span style="color: #4169E1;">●</span> Praderas y sabanas inundadas   |
| <span style="color: #008000;">●</span> Taiga                               | <span style="color: #3CB371;">●</span> Bosque tropical y subtropical de coníferas                | <span style="color: #FFFF00;">●</span> Desierto y matorral xerófilo   |
| <span style="color: #9370DB;">●</span> Pastizales y matorrales de montaña  | <span style="color: #006400;">●</span> Bosque tropical y subtropical húmedo de hoja ancha        | <span style="color: #800080;">●</span> Manglar                        |
| <span style="color: #3CB371;">●</span> Bosque templado latifoliado y mixto | <span style="color: #FFD700;">●</span> Bosque tropical y subtropical seco de hoja ancha          | <span style="color: #8B4513;">●</span> Bosque y matorral mediterráneo |
| <span style="color: #000000;">●</span> Bosque templado de coníferas        | <span style="color: #FFD700;">●</span> Praderas, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales |   |

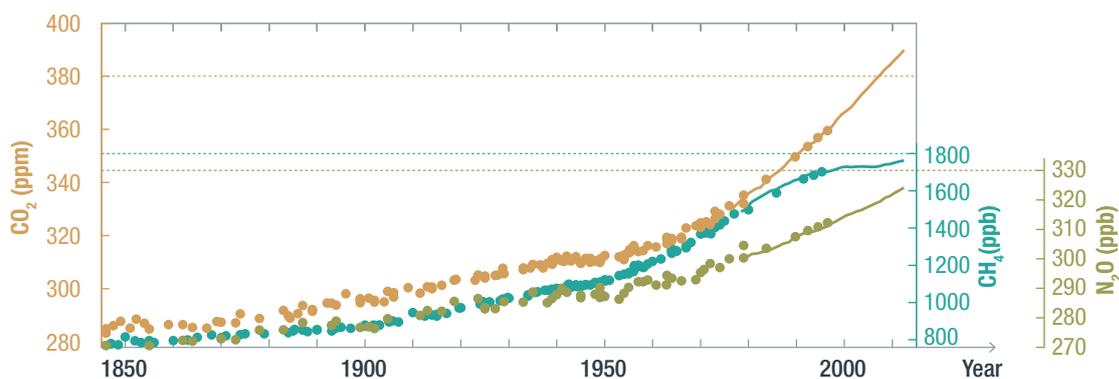
Fuente: Wikimedia Commons

## Cómo el clima está cambiando rápidamente debido a la actividad humana

### EL SER HUMANO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Desde la **Revolución Industrial\***, el ser humano ha alterado el intercambio de gases de efecto invernadero (GEI) entre la tierra, el océano y la atmósfera al

emitir grandes cantidades de estos gases a la atmósfera (principalmente **dióxido de carbono** ( $\text{CO}_2$ ), **metano** ( $\text{CH}_4$ ) y **óxido nítrico** ( $\text{N}_2\text{O}$ ), causando con ello un desequilibrio y provocando el cambio climático.



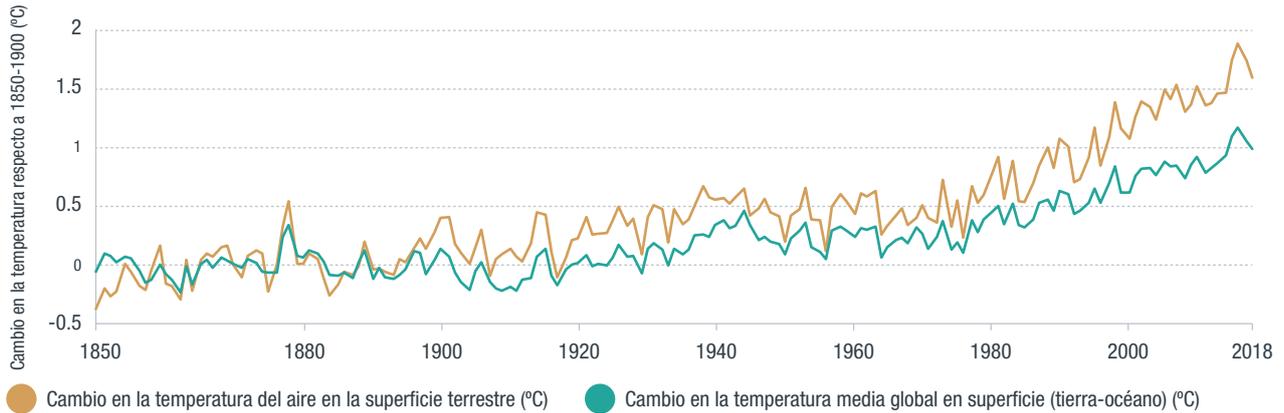
### Concentraciones medias mundiales de gases de efecto invernadero

Fuente: Adaptado del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC, Resumen para responsables de políticas

## EL CAMBIO CLIMÁTICO ALTERA LA TIERRA

**Las actividades humanas son la causa del calentamiento del planeta.** Desde el periodo preindustrial se ha producido un aumento de la temperatura media en la tierra y el océano. Sin embargo, la **temperatura de la superficie terrestre ha aumentado bastante más (alrededor de 1,59 °C desde 1850)** que la temperatura media global (alrededor de 1,09 °C desde 1850).

Existen dos razones que explican la diferencia entre la temperatura de la superficie terrestre y la temperatura de la superficie del océano. En primer lugar, la tierra, al estar formada principalmente por elementos sólidos, tiene una capacidad calorífica menor que los océanos, que están formados por agua en estado líquido. Esto significa que la tierra necesita menos calor para que aumente su temperatura. Por otro lado, cuando la temperatura del océano aumenta se produce un efecto de enfriamiento inverso, ya que el agua del océano se evapora. En tierra hay menos agua, por lo que el efecto refrigerante de la evaporación es menor.

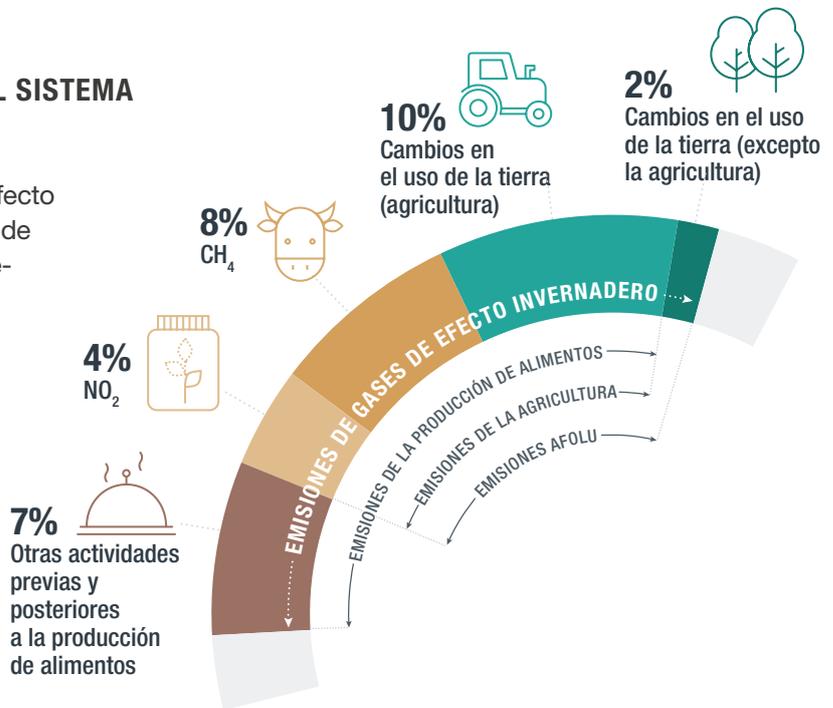


**Cambios observados en la temperatura de aire en la superficie terrestre y en la temperatura media global en superficie (tierra y océano) en el periodo 1850–2018.** Desde el período preindustrial (1850 a 1900), la temperatura media observada del aire en la superficie terrestre ha aumentado bastante más que la temperatura media global en superficie (tierra y océano).

Fuente: Adaptado del Informe especial del IPCC “El cambio climático y la tierra”, Resumen para responsables de políticas: <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/summary-for-policymakers/>

## EL PAPEL DE LA AGRICULTURA Y EL SISTEMA ALIMENTARIO

Aunque las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles son mucho más elevadas, las emisiones procedentes de la tierra siguen siendo significativas: todas las actividades humanas ligadas al uso de la tierra **contribuyen en conjunto a cerca del 24 % del total de las emisiones humanas de gases de efecto invernadero** (véase la figura a continuación). **Los tres principales gases de efecto invernadero asociados con la tierra son el dióxido de carbono, el metano y el óxido nítrico.** Los dos últimos están estrechamente relacionados a la agricultura y tienen un **potencial de calentamiento global\*** mayor que el dióxido de carbono.



**Emisiones de gases de efecto invernadero ligadas a la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU) y a la alimentación.**

Fuente: Adaptado del informe de síntesis elaborado por Citoyens pour le climat, a partir del Informe especial del IPCC “El cambio climático y la tierra”, <https://drive.google.com/file/d/17H99ekMQ7j9ErgXTQUKP5s0-qQ4-pJMA/view>

Las principales fuentes agrícolas de metano son **el cultivo de arroz y la ganadería**, mientras que las emisiones de óxido nitroso se deben principalmente al uso extensivo de **estiércol y fertilizantes sintéticos**. Entre 2007 y 2016, **el sector de la tierra representó alrededor de un 13 % de las emisiones de dióxido de carbono, un 44 % de las de metano y un 81 % de las de óxido nitroso procedentes de las actividades humanas**.

El **sistema alimentario\*** está estrechamente vinculado a la agricultura. Incluye la producción, la transformación, el transporte, la venta, el consumo y el desperdicio de alimentos. **El sistema alimentario mundial contribuye al 21-37 % del total de emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero** y está previsto que las emisiones futuras sigan aumentando debido al crecimiento de la población y los ingresos y a los cambios en los patrones de consumo y los estilos de vida.

## CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN Y CAMBIOS EN EL CONSUMO DE ALIMENTOS

El crecimiento de la población mundial y los cambios en el estilo de vida han provocado un aumento de nuestro consumo de recursos terrestres. **En la actualidad, la agricultura representa el 70 % del uso mundial de agua dulce, mientras que la producción total de alimentos ha aumentado en un 240 % desde 1961**. Pero el problema no es solo el crecimiento de la población mundial, sino también los cambios en la alimentación, sobre todo en las últimas décadas: todo ello ha cambiado la forma en que utilizamos la tierra para su cultivo. **Nuestras dietas son más ricas en energía**: tienen un alto contenido en grasas e incorporan una proporción importante de aceites vegetales, carnes y azúcar. Estos cambios en la dieta han contribuido a que, actualmente, unos 2 000 millones de adultos tengan sobrepeso u obesidad. Frente a ello, **unos 821 millones de personas siguen subalimentadas, a pesar de que entre el 25 y el 30 % del total de alimentos producidos se pierde o se desperdicia**.

# Cómo la tierra está cambiando debido al cambio climático y a la actividad humana

## EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TIERRA

Algunos de los efectos más dañinos del cambio climático en la tierra se manifiestan en forma de **fenómenos extremos\***. Al alterar el ciclo del agua, el calentamiento ha provocado un **aumento de la frecuencia y la intensidad de estos fenómenos** (olas de calor, sequías, precipitaciones intensas, etc.). También son más frecuentes e intensas las tormentas de polvo, debido sobre todo a la expansión de las zonas áridas y a la desertificación.

El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y el calentamiento del planeta provocan respuestas en la vegetación terrestre. En los últimos 30 años se ha observado una **tendencia al reverdecimiento** (incremento de la productividad de la vegetación) en zonas de Asia, Europa, América del Sur, la zona central de América del Norte y el sureste de Australia como resultado del **aumento del periodo de crecimiento de las plantas gracias a una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> para fotosintetizar y a cambios en la gestión de la tierra** (por ejemplo, diferentes mecanismos de riego y prácticas de fertilización).

En cambio, en otras regiones, por ejemplo, en Eurasia septentrional, América del Norte, Asia Central o la cuenca del Congo, se ha observado el fenómeno contrario, es decir, el **oscurecimiento\* de la vegetación** (disminución del crecimiento o muerte de las plantas), en gran parte como consecuencia del estrés hídrico derivado del clima y del cambio de uso de la tierra, sin olvidar los incendios forestales y las sequías relacionadas con el clima. De hecho, en algunos lugares hay **zonas climáticas enteras que se están desplazando**. Un ejemplo es la expansión de las zonas climáticas áridas y la contracción de las zonas climáticas polares.

## EL SER HUMANO ALTERA LA TIERRA

Se considera que la tierra **se degrada** cuando la calidad del suelo se deteriora y se pierde vegetación, recursos hídricos y fauna. En el siglo XX se ha producido una aceleración de la **degradación de la tierra\*** en parte, debido al aumento de fenómenos extremos como las **sequías\*** o las inundaciones, pero también como consecuencia de actividades humanas relacionadas con el cambio de uso de tierra (urbanización,

**deforestación\*** y agricultura intensiva). **Hoy día, alrededor de una cuarta parte de la superficie terrestre libre de hielo de la Tierra es objeto de la degradación provocada por las actividades humanas.**

**Ejemplos de degradación de la tierra inducida por el cambio climático** como la erosión costera, exacerbada por la subida del nivel del mar, el deshielo del permafrost o la erosión extrema del suelo, **pueden desencadenar fenómenos de migración forzada, conflictos y pobreza.**

La **desertificación\*** es una forma extrema de degradación de la tierra en zonas áridas y semiáridas. **Entre 1980 y la década de los años 2000 se calcula que 500 millones de personas vivían en zonas que habían experimentado desertificación. El cambio climático está exacerbando este proceso y está afectando a personas de todo el mundo, especialmente en el sudeste asiático, el Sáhara, el norte de África y Oriente Medio.**

La deforestación libera CO<sub>2</sub> y acaba con una de las formas de eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera (la **fotosíntesis\***), provocando más desertificación. La FAO estima que entre 1990 y 2019 se han perdido unos

420 millones de hectáreas de bosque en todo el mundo —aproximadamente la mitad del tamaño de Estados Unidos— debido a la deforestación.

Por otro lado, la disminución de la cubierta vegetal aumenta el efecto **albedo\*** lo que refleja más radiación solar en comparación con las tierras cubiertas de vegetación. Todo ello conduce al enfriamiento de la superficie (efecto neto).

## SEGURIDAD ALIMENTARIA

El cambio climático tiene un impacto particular en el ser humano en términos de **seguridad alimentaria**. Los patrones cambiantes de precipitación, la mayor frecuencia de algunos fenómenos extremos y el calentamiento generalizado están **reduciendo los rendimientos de algunos cultivos (maíz y trigo, por ejemplo) en regiones de latitudes bajas**. En África, el cambio climático también ha dado lugar a una disminución de las tasas de crecimiento animal y de la productividad de los sistemas pastorales. En cambio, **en latitudes más altas, el rendimiento de algunos cultivos (maíz, trigo y remolacha azucarera) ha aumentado en promedio.**

## Qué repercusiones tiene todo esto para el ser humano

La **tierra, un recurso fundamental a nivel mundial, ya está bajo presión debido a distintas demandas en competencia**. El cambio climático está agravando una situación ya de por sí difícil. Junto al aumento previsto de la población y a los cambios en los patrones de consumo, el cambio climático **incrementará la demanda de alimentos, piensos y agua**. Estos cambios tienen enormes implicaciones, por ejemplo, para la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y, por ende, la seguridad alimentaria y la disponibilidad de agua potable.

El impacto en la población variará según las regiones. Con el calentamiento global aumentará la frecuencia, la intensidad y la duración de los **fenómenos extremos relacionados con el calor**, sobre todo en la región mediterránea y el África meridional. Por su parte, América del Norte, América del Sur, el Mediterráneo, África meridional y Asia central **podrían verse cada vez más afectadas por los incendios forestales\***. En las regiones tropicales, el calentamiento podría crear condiciones climáticas

sin precedentes en el siglo XXI, haciendo inhabitables algunas zonas.

En las zonas áridas, el cambio climático y la desertificación provocarán **una reducción global de la productividad de los cultivos y del ganado**, así como un cambio en las especies vegetales y la biodiversidad. Se prevé que Asia y África registren el mayor número de personas vulnerables al aumento de la desertificación, y también, que las regiones tropicales y subtropicales sean las más sensibles a la disminución del rendimiento de los cultivos.

Por último, los cambios en el clima pueden amplificar la **migración humana provocada por factores ambientales** (por falta de alimentos y agua, debido a la degradación de la tierra, etc.) dentro de los países y entre ellos. Este aumento de los desplazamientos podría a su vez agravar el riesgo de conflictos futuros. **Las mujeres, los jóvenes, los ancianos y las poblaciones pobres son los más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático.**

# Cómo podemos actuar para adaptarnos al cambio climático y mitigar sus efectos

Existen dos formas de actuar para reducir los riesgos y los efectos del cambio climático en las próximas décadas:

- La primera es **limitar el cambio climático** actuando sobre los gases de efecto invernadero. Esto lo podemos hacer reduciendo las emisiones antropógenas a la atmósfera o utilizando métodos que eliminen eficazmente el dióxido de carbono de la atmósfera (lo que se conoce como eliminación de CO<sub>2</sub>), por ejemplo, plantar árboles. El conjunto de todas estas acciones se denomina **mitigación\***.
- El segundo enfoque consiste en hacer frente a las consecuencias del cambio climático, ya sea limitando el número de personas, especies silvestres o bienes que podrían verse dañados, o reduciendo el grado en que se ven afectados. Esto se conoce como **adaptación\***.
- **Algunas medidas relacionadas con la tierra contribuyen a la adaptación al cambio climático, a la mitigación de sus efectos y al desarrollo sostenible\***.

Estos dos enfoques no son excluyentes: **tanto la mitigación como la adaptación son necesarias para hacer frente al cambio climático**. De hecho, ambos deben tenerse en cuenta a la hora de tomar medidas. Por ejemplo, a la hora de diseñar una nueva escuela, podríamos planificar un edificio neutro en carbono, tanto durante la fase de construcción como durante su funcionamiento (mitigación), al tiempo que nos aseguramos de que también pueda responder a una serie de futuros climáticos posibles (adaptación).

## MITIGACIÓN

**Frente a la necesidad de reducir notablemente las emisiones en las próximas décadas para limitar el cambio climático**, vemos cómo la población mundial, la demanda de energía y el consumo siguen aumentando. Paralelamente, nos enfrentamos a otros grandes desafíos mundiales, como la mejora del acceso a los alimentos, al agua, al empleo y a la sanidad para los más pobres y la reducción de las desigualdades.

**Hay muchas razones para ser optimistas.** Gracias a una creciente concienciación pública y política sobre la necesidad de actuar rápidamente, a la rápida disminución del coste de las energías renovables y a la histórica firma del Acuerdo de París sobre el cambio climático en 2015, se dan todos los elementos para impulsar una rápida reducción de las emisiones. Hay ya muchas experiencias exitosas. En el Reino Unido, por ejemplo, gracias a la disminución del uso del carbón, las emisiones de CO<sub>2</sub> han descendido a niveles que no se veían desde 1890<sup>2</sup>. Mientras, en Alemania, el uso de electricidad generada por fuentes de energía renovables se ha disparado pasando de alrededor de un 6 % en 2000 a cerca del 45,4 % en 2020<sup>3</sup>. En Portugal, en 2021<sup>4</sup>, el 69 % de la electricidad se generará a partir de fuentes renovables.

Sin embargo, como el nivel de calentamiento global depende de las emisiones mundiales, no basta con que unos pocos países actúen. La reducción de emisiones tampoco depende únicamente de los gobiernos, las empresas o los legisladores, aunque todos ellos tienen un papel fundamental. Como veremos a continuación, las organizaciones locales y los individuos también tienen un papel que desempeñar en todo ello.

### EL ACUERDO DE PARÍS

El objetivo del Acuerdo de París de la ONU<sup>5</sup> es mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C y tratar de limitarlo a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales. Para evitar que el calentamiento supere 1,5 °C, es necesaria una reducción del 40-60 % de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> durante la próxima década, todo ello **con el objetivo final de alcanzar un nivel de cero emisiones (netas) de aquí a 2050<sup>6</sup>** (para más información, véase el [Resumen para profesores del Informe especial del IPCC “Calentamiento global de 1,5 °C”](#), elaborado por la Oficina de Educación Climática). Se trata de un enorme desafío y toda la sociedad —gobiernos, empresas, organizaciones locales y particulares— tiene un papel que desempeñar en la reducción de estas emisiones.



2 Esto no representa totalmente la realidad, ya que algunas de las emisiones del Reino Unido han sido “externalizadas” en el extranjero.

3 Agencia Federal del Medio Ambiente, demanda de electricidad.

4 Redes Energéticas Nacionales

5 <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>

6 Informe especial del IPCC “Calentamiento global de 1,5 °C”: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)

**HUELLA DE CARBONO\***

Este término define generalmente la cantidad total de gases de efecto invernadero que emite una fuente de emisiones determinada. La huella de carbono puede calcularse para muchos entes distintos: una persona, un país, un producto, etc. Para contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>, estos se miden en “CO<sub>2</sub> equivalentes” (CO<sub>2</sub>-eq), es decir, la cantidad equivalente de emisiones de CO<sub>2</sub>.

El cálculo de la huella de carbono ayuda a las personas o al grupo al que pertenecen a identificar cuáles de sus actividades producen la mayor cantidad de emisiones y, por tanto, sobre cuáles es preciso actuar. En lugar de tratar de obtener una estimación precisa de todo lo que contribuye a esta huella, la clave es evaluar de forma aproximada su peso relativo para poder determinar las principales fuentes de emisión y, por ende, aquellas sobre las que hay que actuar de forma prioritaria. No obstante, hay que tener en cuenta que el alcance de las acciones de los individuos o grupos locales será limitado sin apoyo legislativo o de otro tipo. En la lección D1 (pág. 202) se presentan algunos de estos aspectos y las medidas que se pueden adoptar para reducir la huella de carbono.

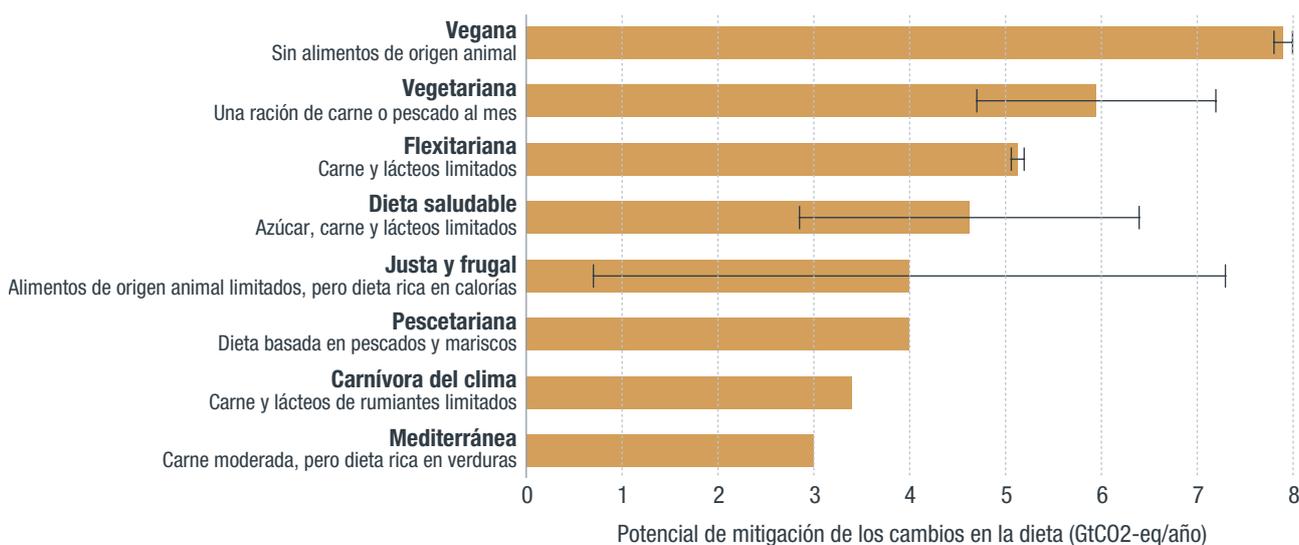
**EL PAPEL CLAVE DE LAS OPCIONES DE CONSUMO**

La diversificación del sistema alimentario (p. ej., la promoción de la diversidad y disponibilidad de semillas y dietas heterogéneas) puede reducir los riesgos del cambio climático. Además, las dietas basadas principalmente en alimentos de origen vegetal, como los cereales, las legumbres, las frutas y verduras, los frutos secos y las semillas, ofrecen grandes oportunidades de mitigación de los efectos del cambio climático, a la vez que generan beneficios para la salud y el bienestar.

El potencial total de mitigación de los cambios en la dieta se estima entre 0,7 y 8 Gt CO<sub>2</sub>-eq/año para 2050. A modo de comparación, las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el planeta alcanzaron 53,6 Gt CO<sub>2</sub>-eq en 2017<sup>7</sup>.

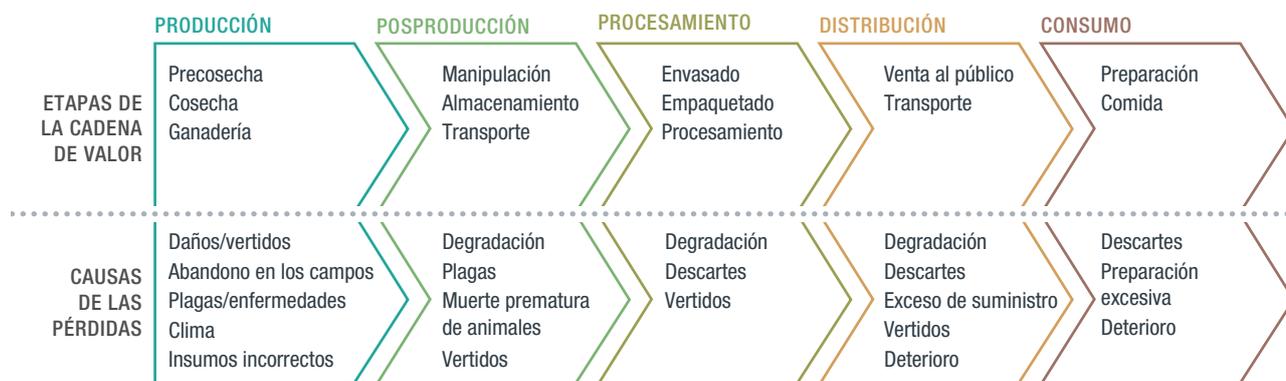
Actualmente, además, entre el 25 % y el 30 % del total de alimentos producidos se pierde o se desperdicia. La reducción de la pérdida y del desperdicio de alimentos puede disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de la superficie de tierra necesaria para producir alimentos. De 2010 a 2016, la pérdida y el desperdicio de alimentos a nivel mundial contribuyeron a entre el 8 % y el 10 % del total de emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero.

El potencial total de mitigación del sector alimentario, desde la producción al consumo, incluida la pérdida y el desperdicio de alimentos, se estima entre 2.3 y 9.6 Gt CO<sub>2</sub>-eq/año para 2050.

**Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero de las diferentes dietas**

Fuente: Adaptado del Informe especial del IPCC “El cambio climático y la tierra”, capítulo 5, <https://www.ipcc.ch/srcccl/chapter/chapter-5/>

7 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/12/UNEP-1.pdf>



**Pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.** Adaptado de la Convención de la ONU de Lucha contra la Desertificación: [https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf)

### LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN

Aunque la reducción de emisiones puede parecer sencilla a primera vista, en realidad, la situación es mucho más compleja.

- Pese a que la tierra puede hacer una valiosa contribución a la mitigación del cambio climático, existen límites en cuanto a la aplicación de **medidas de mitigación basadas en la tierra como los cultivos bioenergéticos o la forestación**.
- El uso generalizado de tierras puede aumentar los riesgos relativos a la desertificación, la degradación de la tierra, la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

### JUSTICIA CLIMÁTICA\*

Aunque el Acuerdo de París no especifica cómo deben repartirse las reducciones de emisiones entre los países, **la ética sugiere que debería hacerse de forma justa**. Definir lo que es justo plantea un reto considerable e implica que tanto los países como los ciudadanos —en los países democráticos— debatan sobre la mejor forma de avanzar. Un enfoque podría consistir en asignar las reducciones en función de los países que más emisiones hayan generado en total y, por tanto, que más hayan contribuido al calentamiento global. El inconveniente de este enfoque es que no tiene en cuenta la capacidad financiera de los países para reducir sus emisiones. Las emisiones de algunos países en desarrollo densamente poblados, pese a ser bajas per cápita, pueden superar a las de los países desarrollados con poblaciones más pequeñas. Otro aspecto de la justicia climática es la gravedad de los efectos climáticos que sufren las poblaciones locales. En general, los habitantes de los países en desarrollo, que tienen recursos limitados y son los que menos han contribuido a las emisiones globales, son los que más sufrirán las repercusiones del cambio climático.

## ADAPTACIÓN

**Las soluciones que ayudan a adaptarse al cambio climático y a mitigar sus efectos, al tiempo que contribuyen a combatir la desertificación** varían según el lugar y la región e incluyen la captación de agua y el microrriego, la restauración de tierras degradadas con plantas ecológicamente adecuadas que sean resistentes a la sequía; la agro-silvicultura y otras prácticas de adaptación agroecológicas y basadas en los ecosistemas.

El grado en que el cambio climático afecta a una región no solo depende de la intensidad de los cambios de las condiciones climáticas, sino también del nivel de exposición y vulnerabilidad de su población, ecosistemas e infraestructuras a estos cambios.

### REDUCIR LA EXPOSICIÓN Y LA VULNERABILIDAD

**La adaptación al cambio climático implica tomar medidas para reducir la exposición\* (las cosas en situación de peligro) y la vulnerabilidad\* (su susceptibilidad al daño)**. Ambas suelen estar ligadas a la pobreza.

La forestación\* (plantación de árboles) puede reducir las tormentas de arena, prevenir la erosión del viento y contribuir a los sumideros de carbono, al tiempo que mejora los microclimas, los nutrientes del suelo y la retención de agua.

### EDUCACIÓN Y ENFOQUE CENTRADO EN EL SER HUMANO

**La educación es un elemento clave de la adaptación** y puede adoptar muchas formas: tratar de conocer mejor el entorno inmediato, transmitir conocimientos sobre el cambio climático a amigos y familiares o formarse para adquirir una especialización que pueda contribuir al desarrollo de soluciones de adaptación.

Gracias a su estrecho contacto con el entorno y a su conocimiento de la tierra, **los pueblos indígenas y las comunidades locales pueden contribuir con sus prácticas agrícolas a superar los desafíos combinados del cambio climático, la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y la lucha contra la desertificación y la degradación de la tierra.**

La vinculación entre el cambio climático, el género y la adaptación se produce a múltiples niveles: hogares, nacional e internacional. En este sentido, **las mujeres desempeñan un papel clave para lograr la sostenibilidad, pero son también especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático.** Empoderar a las mujeres puede aportar sinergias y cobeneficios para los hogares. Este empoderamiento incluye la transferencia financiera a las mujeres y la inversión en salud, educación, formación y desarrollo de capacidades para mujeres.

## Como conclusión

La tierra es un **componente esencial del sistema climático**, ya que contribuye a los ciclos mundiales de calor, agua y carbono. También proporciona los alimentos, piensos, fibras, combustibles y agua dulce sin los cuales la sociedad humana y su economía no podrían existir. El problema es que este suministro **está amenazado** como consecuencia de unas tasas sin precedentes de explotación de la tierra y del agua dulce en las últimas décadas (agricultura, deforestación y otros usos de la tierra), todo ello exacerbado por el aumento de las temperaturas globales y el cambio de los patrones de las lluvias.

**Una gestión adecuada del uso de la tierra** puede contribuir significativamente a la mitigación y a la adaptación al cambio climático, inclusive mediante el fomento de la gestión sostenible de los bosques y los ecosistemas.

## ACTUAR AHORA

La rapidez con la que se adopten medidas en el sector de la tierra incidirá directamente en la reducción de riesgos y pérdidas. La razón es que el potencial de algunas de las opciones de respuesta disponibles para limitar el cambio climático disminuye a medida que este se intensifica. Por ejemplo, una de las opciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es aumentar el carbono orgánico del suelo. Sin embargo, con temperaturas altas, los suelos reducen su capacidad para funcionar como sumideros para el secuestro de carbono.

**Retrasar la adopción de medidas podría tener efectos irreversibles en muchos ecosistemas** y afectaría negativamente a la producción de alimentos y a la salud humana.

Es posible conservar, restaurar y utilizar de forma sostenible la tierra, al tiempo que se cumplen otros objetivos sociales globales, todo ello mediante esfuerzos concertados que promuevan un cambio transformador.

Las lecciones que figuran a continuación exploran con mayor detalle los conceptos introducidos aquí. También permiten a los alumnos reflexionar sobre el papel que ellos mismos, como futuros ciudadanos, así como sus comunidades locales y sus países, pueden desempeñar para hacer frente al gran reto del siglo XXI: el cambio climático.



**RESUMEN PEDAGÓGICO**  
INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL DOCENTE

# RESUMEN PEDAGÓGICO

## Introducción

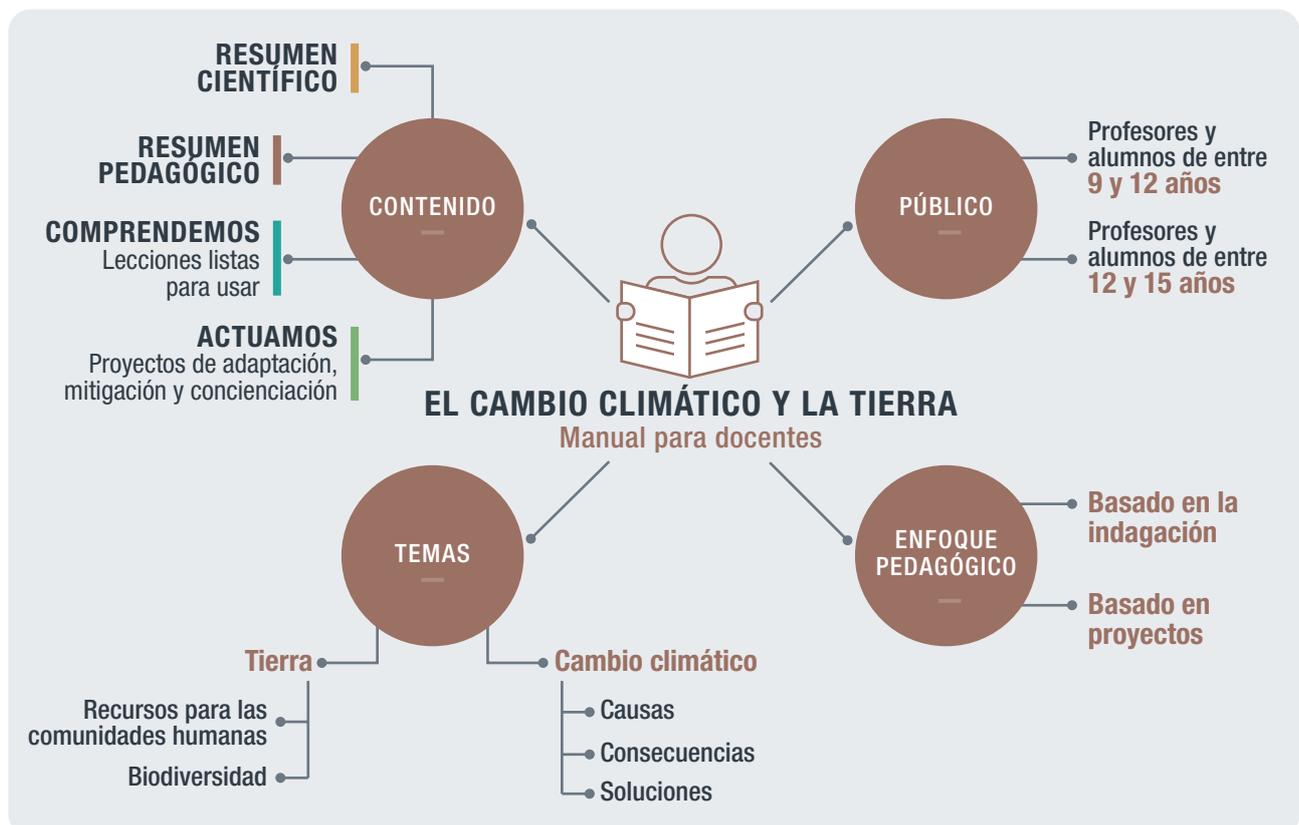
Recomendamos leer atentamente el resumen científico y el resumen pedagógico antes de empezar a trabajar con las lecciones, a fin de adquirir conocimientos suficientes sobre la ciencia del clima y otros temas relacionados, así como sobre pedagogías activas, para poder enseñar estas cuestiones.

Este resumen pedagógico está organizado en torno a los siguientes temas:

- Mapa mental de esta guía para docentes
- Cómo utilizar esta guía en la progresión de las distintas lecciones
- Cómo utilizar esta guía para preparar una lección
- Cómo enseñar sobre el cambio climático
- Kit de herramientas



## Mapa mental de esta guía para docentes



# Cómo utilizar esta guía en la progresión de las distintas lecciones

## CÓMO ESTÁN DISEÑADAS LAS ACTIVIDADES

Este manual para docentes ofrece pautas detalladas sobre cómo enseñar a **alumnos de entre 9 y 15 años** sobre el cambio climático y la tierra. La estructura de cada lección permite a los docentes motivar a sus alumnos a realizar diversas investigaciones y actividades.

El manual “El clima en nuestras manos - El cambio climático y la tierra” está estructurado en dos partes distintas, pero de igual importancia: “Comprendemos” y “Actuamos”.

### PARTE 1 COMPRENDEMOS

En esta primera parte, las lecciones están organizadas en cuatro secuencias consecutivas, siguiendo un esquema coherente.

Estas secuencias son:

- A – ¿Qué es el cambio climático?
- B – ¿Por qué la tierra es importante para el ser humano?
- C – La tierra y el cambio climático
- D – ¿Cómo podemos actuar?

### PARTE 2 ACTUAMOS

Esta parte no contiene lecciones. El objetivo aquí es animar a los alumnos a poner en práctica un proyecto concreto de adaptación o mitigación al cambio climático. Facilitamos ejemplos de proyectos reales y exi-

tosos en los que inspirarse. Los proyectos de muestra difieren en cuanto a la duración (que puede ir de varias horas a varios años) y el tipo de proyecto (adaptación, mitigación, concienciación, investigación, etc.).

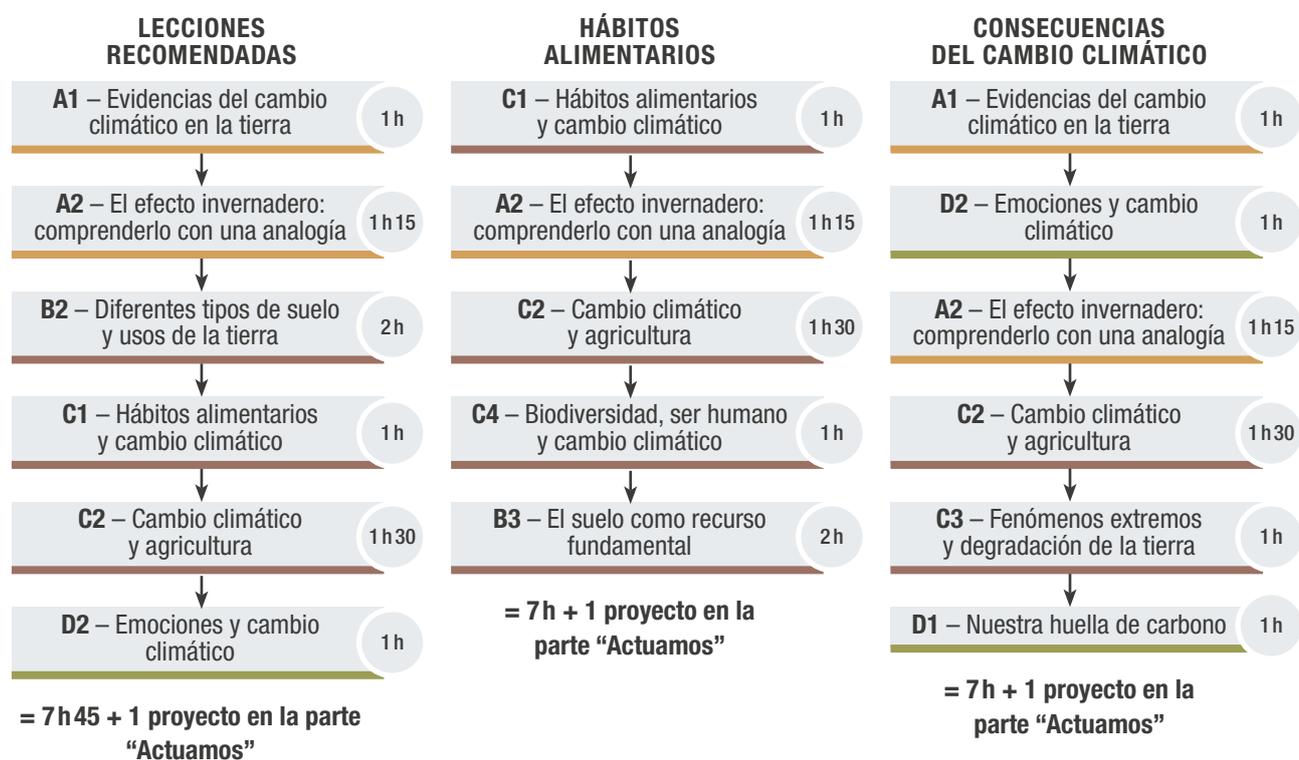


## CÓMO UTILIZAR ESTA GUÍA EN LA PROGRESIÓN DE LAS DISTINTAS LECCIONES

En este manual encontrará 18 lecciones (más una de repaso). Algunas están diseñadas para alumnos de entre 9 y 12 años y otras son más adecuadas para estudiantes de entre 12 y 15 años.

Dada la cantidad y diversidad de lecciones, recuerde que no es necesario tratar todo el temario: como docente, usted decide qué lecciones se adaptan mejor al nivel de conocimientos de sus alumnos y al tiempo del que dispone.

A continuación presentamos tres ejemplos de progresión, según los temas en los que desee centrarse:



# ¿Cómo utilizar esta guía para preparar una lección?

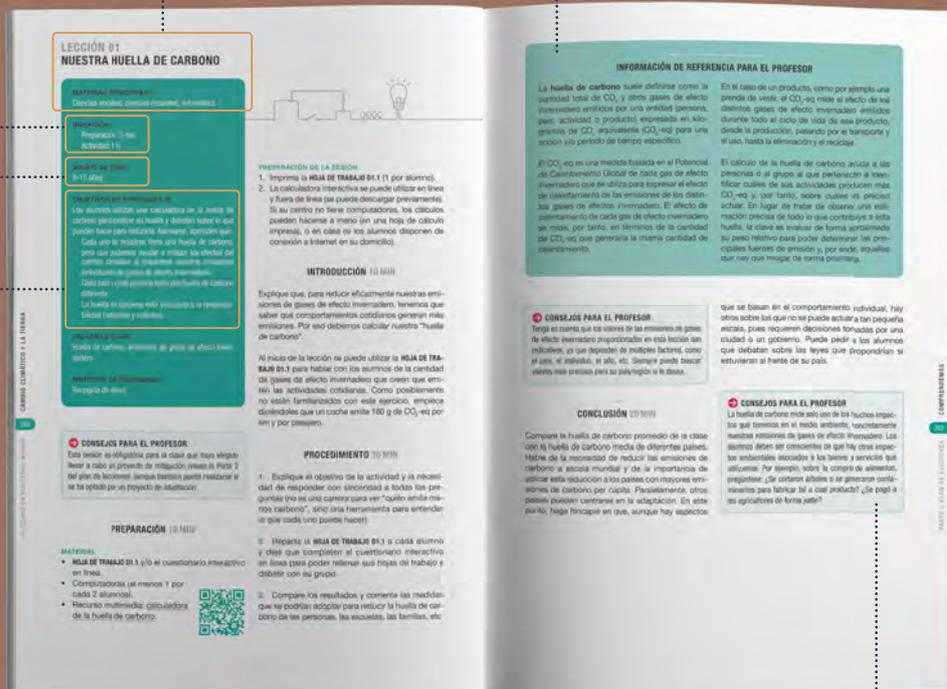
La **DURACIÓN** incluye el tiempo de preparación (para usted) y el tiempo para realizar la actividad (con sus alumnos)

El **GRUPO DE EDAD** se menciona a título indicativo

Principales **OBJETIVOS DE APRENDIZAJE** (conocimientos y habilidades) que desarrollarán sus alumnos en la lección.

Breve descripción del **TEMA PRINCIPAL**

Cada lección incluye una sección de **INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR**, en la que se facilita información de contexto sobre el tema específico de la lección.



La sección de **CONSEJOS PARA EL PROFESOR** le da algunos consejos sobre la metodología o sobre aspectos específicos en los que debe centrarse.

## NIVELES

En cada lección se menciona el nivel en relación con el **grupo de edad correspondiente**. Evidentemente, esto no significa que la lección no se pueda impartir con otro grupo de edad; simplemente, le da una idea del nivel de habilidad que exigen las actividades. Los grupos de edad son los siguientes:

- 9-12 años
- 12-15 años
- 9-15 años

## NIVEL DE DIFICULTAD DE LOS DOCUMENTOS

Para algunas lecciones incluimos diversos **materiales con diferentes niveles de dificultad**. Así pues, encontrará que algunos son más fáciles de entender y que otros están diseñados para estudiantes más avanzados. Tenga en cuenta que **esto es solo una recomendación**: solo usted podrá elegir los materiales más adecuados para su clase. Los diferentes niveles son:

PRINCIPIANTES



CURIOSOS



EXPERTOS



## ¡SUS ALUMNOS SON LO PRIMERO!

Todas las sugerencias de experimentos y conclusiones que encontrará en este plan de clases se dan solo a modo de ejemplo. Todos han sido diseñados mediante pruebas en el aula y son científicamente correctos. No obstante, le animamos a que  **siga los protocolos experimentales, las ideas y las conclusiones propuestas por sus propios alumnos**.

# ¿Cómo enseñar el cambio climático?

Nuestro propósito con este manual para docentes es que los alumnos participen activamente en clase a través del cuestionamiento, la experimentación, la observación, el aprendizaje práctico, el debate y la implementación de soluciones locales y concretas para abordar los problemas del cambio climático. Este “aprendizaje activo” puede adoptar diferentes formas. **Los dos enfoques que promovemos activamente en todo el manual son el aprendizaje basado en la indagación y el aprendizaje basado en proyectos.**

Algunas actividades están dirigidas a desarrollar la educación científica de los alumnos y a apoyarlos en el desarrollo de su pensamiento crítico. Dichas actividades adoptan **enfoques de aprendizaje basados en la indagación**, empleados con frecuencia en la enseñanza de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM). Otras actividades se centran específicamente en la ejecución de proyectos reales de adaptación o mitigación, que son llevados a cabo por los alumnos, la escuela e incluso las comunidades locales. Estas actividades siguen un **enfoque de aprendizaje basado en proyectos.**

## ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN?

Aunque sería demasiado simplista utilizar un modelo fijo de aprendizaje basado en la indagación, podemos decir que este enfoque tiene tres fases:

1. **Formulación de preguntas:** fase iniciada por el profesor o los alumnos, que ayuda a formular hipótesis.
2. **Formulación de una hipótesis y realización de investigaciones:** esto puede llevarse a cabo mediante experimentos, investigaciones, observaciones o el estudio de documentos.
3. **Estructuración del conocimiento (debate sobre la información y/o los datos recopilados o producidos):** el objetivo es sacar algunas conclusiones generales, lo que a su vez puede dar lugar a nuevos cuestionamientos, más investigación, etc.

### FASE 1: FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

El objetivo de esta fase es **ofrecer a los alumnos la oportunidad de hacerse preguntas sobre los distintos fenómenos de su entorno.** El proceso de formular preguntas, comparar y resaltar las diferencias de opinión no solo captará la atención y fomentará la participación de los alumnos, sino que tam-

bién los llevará a definir un problema que tendrán que resolver. El papel del profesor en esta fase es **guiar la discusión** para que los alumnos tomen conciencia del problema y hablen de las formas de abordarlo. El profesor debe formular preguntas abiertas para ayudar a los alumnos a desarrollar sus habilidades científicas y de pensamiento crítico.

### FASE 2: FORMULACIÓN DE UNA HIPÓTESIS Y REALIZACIÓN DE INVESTIGACIONES

A partir de su experiencia y/o conocimientos, se pide a los alumnos que den **explicaciones que consideren plausibles y que enuncien sus propias hipótesis.** Para que los alumnos puedan aceptar o refutar sus diferentes hipótesis se les brinda la oportunidad de realizar experimentos específicos y/o investigaciones bibliográficas. La fase de investigación suele estar motivada por la necesidad de probar la credibilidad de una teoría.

Los alumnos pueden formular ideas o teorías (lo que creen saber o entender y que puede explicar un fenómeno determinado).

En esta fase, trabajan solos o en grupo para tratar de encontrar soluciones al problema planteado. Se trata de comprobar las hipótesis que han elegido.

Si no es posible realizar experimentos, modelar o hacer observaciones directas, los alumnos pueden llevar a cabo una investigación bibliográfica o incluso entrevistar a un experto (que puede ser el profesor) para validar o refutar sus hipótesis.

Es posible que los alumnos necesiten ir alternando las preguntas y la investigación antes de encontrar una solución y adquirir nuevos conocimientos. **Los debates en clase y en grupo tienen un papel clave en la estructuración de los conocimientos de los alumnos.** Durante los debates, el papel del profesor es facilitar el diálogo entre los estudiantes.

### FASE 3: ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Es importante que los estudiantes **sinteticen los principales hallazgos.** Recomendamos a los profesores que permitan a los alumnos sacar sus propias conclusiones a partir del trabajo realizado en clase. Lo ideal es que la conclusión de la clase, surgida tras el debate de las diferentes interpretaciones, sea una conclusión consensuada. Si es necesario, el profesor puede jugar el papel de facilitador para llegar a dicha conclusión. Uno de los pasos esenciales

dentro del enfoque basado en la indagación —y que se omite con demasiada frecuencia— es comparar los conocimientos adquiridos en clase (es decir, las conclusiones colectivas) con los conocimientos establecidos.

Estos son algunos ejemplos de aprendizaje basado en la indagación que pueden encontrarse en este manual:

- **Experimentación.** En la lección **A2**, los alumnos realizan un experimento para estudiar cómo funciona un invernadero (posteriormente, establecerán analogías con el efecto invernadero).
- **Observación.** En la lección **B4**, los alumnos observan un bosque, recogen muestras, graban sonidos, etc. Estas observaciones se utilizan después para estudiar la biodiversidad del lugar.
- **Búsqueda documental.** En la lección **C2**, los alumnos realizan un análisis documental para descubrir cómo la agricultura moderna se ve afectada por el cambio climático y cómo las prácticas agrícolas en todo el mundo afectan al clima.
- **Juego formativo.** En la lección **B1**, los alumnos juegan a un juego similar al bingo para entender cómo dependemos de la tierra y de sus recursos naturales.
- **Juegos de rol.** En la lección **D3**, los alumnos participan en dos juegos de rol para entender las desigualdades entre países en términos de riqueza, emisiones de gases de efecto invernadero y vulnerabilidad al cambio climático.

## ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS?

El aprendizaje basado en proyectos es un concepto integral de aprendizaje activo. Descrito por primera vez a principios del siglo XX (inicialmente por John Dewey, quien también introdujo el aprendizaje basado en la indagación), durante mucho tiempo se limitó a la educación primaria antes de extenderse gradualmente a la educación secundaria y superior. La enseñanza basada en proyectos se ha convertido en un método de enseñanza que aborda los contenidos básicos de una asignatura mediante un aprendizaje riguroso, pertinente y práctico. Los proyectos suelen enmarcarse con preguntas abiertas que animan a los alumnos a investigar, indagar o desarrollar sus propias soluciones. Por ejemplo: *¿Cómo podemos reducir la huella de carbono de nuestra escuela?*

La segunda parte de este manual (“Actuamos”, pág. 233) es una presentación de acciones concretas destinadas a combatir el cambio climático que ya se han puesto en práctica en las aulas, las escuelas o las

comunidades. Todas ellas adoptan un enfoque basado en proyectos para que los alumnos puedan participar en la resolución de problemas del mundo real.

- El propósito del aprendizaje basado en proyectos es permitir a los alumnos **gestionar un proyecto de principio a fin**, incluyendo la realización de tareas diferentes y diversas para resolver un problema específico.
- Los alumnos **realizan investigaciones prácticas y llevan a cabo búsquedas documentales** para establecer distintos puntos de vista sobre un tema concreto.
- Debe darse a los alumnos el tiempo suficiente para **superar las dificultades y llevar a cabo el trabajo de campo necesario al proyecto**.
- Es importante entender que el proyecto lo gestionan los alumnos como grupo de clase y **no el profesor solo**.
- Debe fomentarse **el desglose de tareas complejas en tareas más básicas** con las que los alumnos desarrollen un alto grado de autonomía y en las que participen activamente.

La principal ventaja del aprendizaje basado en proyectos es que los alumnos aprenden en contextos que son significativos para ellos. Además, el aspecto práctico y real del proyecto suele ser un factor de motivación adicional. Por otra parte, adquieren habilidades transversales, como la capacidad de tomar decisiones o la planificación. También entienden que los errores y los intentos fallidos son parte del proceso de aprendizaje y que cooperar es la clave del éxito. Al final, el resultado del proyecto puede inspirar a otras clases y familias y a la comunidad en su conjunto. Para más información sobre este tema, véase la introducción a “Actuamos” (pág. 233).

## LA FUNCIÓN DEL PROFESOR EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Al igual que el aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje basado en proyectos se centra en la participación activa del alumno. El papel del profesor es ayudar a definir el proyecto y asegurarse de que los objetivos son alcanzables. El docente también puede reenfoque la actividad o el debate si es necesario, además de supervisar las discusiones y actuar como experto si los alumnos lo solicitan. También es posible que el profesor tenga que impartir alguna lección para ayudar a los alumnos a adquirir los conocimientos necesarios antes de empezar el proyecto. En este sentido, el plan de clases es esencial.

### ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Mientras que las disciplinas científicas “tradicionales” (física, química, biología y geología) son fundamentales para comprender los mecanismos del cambio climático y sus consecuencias, las humanidades y las ciencias sociales (historia, geografía, economía, etc.) permiten a los alumnos entender los problemas del desarrollo sostenible y la justicia climática. Las disciplinas artísticas y lingüísticas también son valiosas para motivar a los alumnos a expresar sus emociones y animarlos a participar en determinadas formas de acción (p. ej., la concienciación pública). La ingeniería y las disciplinas prácticas (agricultura, tecnología, etc.) son útiles para desarrollar soluciones.

**Enseñar sobre el cambio climático significa tener en cuenta todas sus dimensiones, lo que requiere un enfoque multidisciplinar.** Se trata de un reto importante, dado que la mayoría de los programas escolares están diseñados con un enfoque unidisciplinar, sobre todo en la enseñanza secundaria. Este manual para docentes ofrece una progresión interdisciplinaria destinada a favorecer un enfoque temático y basado en proyectos y a promover la colaboración entre profesores de diferentes disciplinas.

### PENSAMIENTO POSITIVO

En todo el mundo, los problemas del cambio climático han suscitado la movilización de los jóvenes, a menudo marcada por una intensa emoción, especialmente entre los más jóvenes, que hablan del colapso de la civilización, de los límites del planeta, de la pérdida de biodiversidad, etc. Para describir esta angustia climática o **ecoansiedad\*** se ha acuñado el término “**solastalgia**”.

Aquí proponemos manejar esta ansiedad mediante las siguientes acciones:

- **Sensibilizar sobre el cambio climático:** no negar su gravedad ni sus aspectos más desafiantes y centrarse en los hechos científicos y no en un discurso catastrofista (véanse las Secuencias A y C). Este enfoque es importante, pero no suficiente, habida cuenta del enorme impacto emocional de las consecuencias del cambio climático.
- Animar a los alumnos a **reconocer sus emociones y sentimientos** y a conectar con los demás en lugar de aislarse (véase la lección D2, dedicada a este tema).
- Tomar conciencia de que es necesario, y todavía posible, **actuar a distintos niveles:** individual, escolar, comunitario, etc. (véase la Secuencia D).
- Animar a los alumnos a participar en un **plan de acción concreto** con proyectos de mitigación o adaptación (véase la sección “Actuamos”).

### REALIZACIÓN DE UN EXPERIMENTO

Para llevar a cabo los experimentos de este manual, es necesario preparar con antelación el equipo, formado en su mayoría por materiales asequibles y accesibles. **Tenga en cuenta las normas de seguridad antes de dejar que sus alumnos realicen los experimentos.** Durante el experimento en sí, tómese el tiempo de hablar con sus alumnos sobre lo que representa realmente cada elemento del experimento, ya que esto les ayudará a sacar conclusiones en la parte final.

### TRABAJO COLABORATIVO CON JUEGOS DE ROL

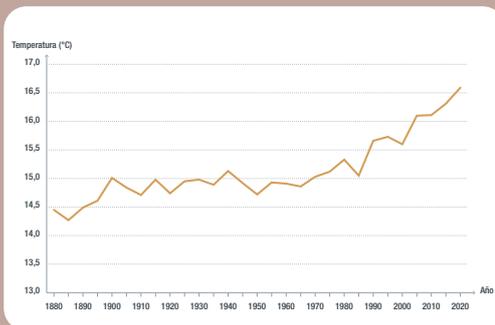
En algunas lecciones, le sugerimos dividir a sus alumnos en grupos para fomentar el **trabajo en colaboración**. En estas sesiones se suelen asignar roles con objetivos específicos para mantener a los alumnos motivados. Estos roles son solo sugerencias; no dude en elegir los suyos propios.

### INFORMES DE LOS ALUMNOS

Sugerimos que sus alumnos realicen algún tipo de trabajo creativo al final de las clases. En general, la idea es **dejar que sean lo más imaginativos posible**: considere la posibilidad de que hagan un video, un breve pódcast, un póster, una presentación de diapositivas, etc., dependiendo del equipo del que disponga el aula.

### ANÁLISIS DE GRÁFICOS

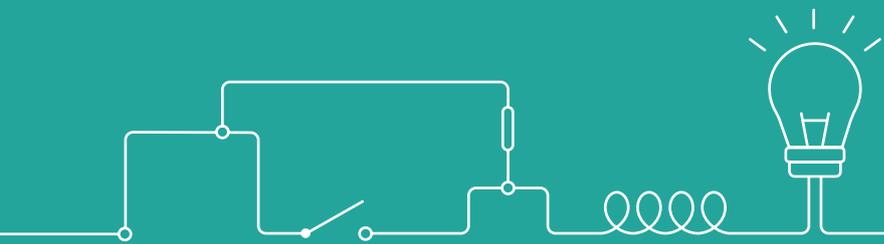
Para analizar un gráfico correctamente, primero hay que explicar **el significado de los ejes X e Y** y lo que representan. Seguidamente, habrá que expresar Y en función de X. En el ejemplo siguiente, el gráfico representa el cambio de temperatura de la superficie terrestre a lo largo del tiempo. Evite utilizar expresiones como que la curva va “hacia arriba” o “hacia abajo” y utilice en su lugar un vocabulario preciso, por ejemplo: *“podemos observar como la temperatura ha aumentado en los últimos 140 años”*.



Evolución de la temperatura de la superficie terrestre desde 1880

### ¡SEGUIR DE CERCA LAS EMOCIONES!

No hemos mencionado las emociones a lo largo de las lecciones. Recuerde que, al finalizar algunas de ellas, **puede que algunos alumnos expresen sus sentimientos sobre el cambio climático** y sus consecuencias. Aunque hay una lección específicamente dedicada a este aspecto, considere la idea de preguntar habitualmente a sus alumnos cómo se sienten y dé tiempo y cabida en el aula al factor emocional.



**COMPRENDEMOS**  
PARTE I: PLAN DE LECCIONES

# COMPRENDEMOS #LECCIONES

La primera parte de este plan de clases se titula “Comprendemos”. Como su propio nombre indica, el objetivo es proporcionar a los alumnos los **conocimientos básicos** necesarios para entender:

- Los **fundamentos** y las **evidencias** del cambio climático.
- El cambio climático desde la perspectiva de la **física** y el papel que desempeñan los gases de efecto invernadero.
- La forma en que la **tierra y el sistema climático** están interconectados y, en consecuencia, la manera en la que el cambio climático está afectando a la tierra.
- Los efectos de los cambios observados en los **ecosistemas terrestres y en las comunidades humanas** que dependen de ellos.
- La importancia de los **recursos proporcionados por la tierra** para los medios de vida del ser humano y cómo el cambio climático está afectándolos.
- Las posibles **medidas** de mitigación y adaptación al cambio climático.

Todos los conceptos propuestos se basan en **conocimientos científicamente sólidos y actualizados**, adecuados para **los niveles de primaria y/o secundaria**. Las secuencias se han diseñado teniendo en cuenta el **nivel de comprensión de los estudiantes y su forma de pensar**. Las lecciones incluyen una gran variedad de actividades: experimentos, análisis documental, juegos de rol, debates, actividades interactivas y videos cortos. La progresión general sigue un **método de enseñanza basado en la indagación**. Dado que los temas del cambio climático son intrínsecamente **multidisciplinares**, también lo son las lecciones propuestas al incluir disciplinas de ciencias naturales (física, química, biología y geología), ciencias sociales (historia, geografía, economía y sociología) o artes visuales.

El orden de lecciones propuesto es uno de los muchos posibles: **puede adaptarlo** en función de las necesidades, edades o itinerarios previos de sus alumnos.



Algunas lecciones, llamadas “**lecciones básicas**”, son las que consideramos esenciales para que los alumnos adquieran una visión completa y accesible de los fenómenos estudiados. **Si el tiempo del que dispone para este proyecto educativo es limitado, le sugerimos que empiece trabajando con esas lecciones básicas.**

Por su parte, **las lecciones “opcionales”** tienen como objetivo profundizar en la comprensión de determinados temas por parte de los alumnos, dándoles una visión más amplia de la cuestión general: el impacto del cambio climático en la tierra. Algunas de estas lecciones opcionales están destinadas solo a alumnos avanzados.

Algunas lecciones básicas incluyen variaciones (hojas de trabajo con distintos niveles) adaptables a los diferentes niveles de progreso de los alumnos. En todos los casos, **usted como docente es el más indicado para saber cómo adaptar el plan de clases al nivel de sus alumnos.**

**SECUENCIA A - ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?** Lección básica Lección opcional

<input checked="" type="radio"/>	A1	9-15 años	Evidencias del cambio climático en la tierra	pág. 33
<input checked="" type="radio"/>	A2	9-15 años	El efecto invernadero: comprenderlo con una analogía	pág. 45
<input type="radio"/>	A3	9-15 años	El efecto invernadero y las actividades humanas	pág. 50
<input type="radio"/>	A4	12-15 años	El ciclo del carbono: la tierra como parte del sistema climático	pág. 55
<input type="radio"/>	A5	12-15 años	Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: fotosíntesis y respiración	pág. 71
<input type="radio"/>	A6	12-15 años	Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: combustión, energía y actividades humanas	pág. 75

**SECUENCIA B - ¿POR QUÉ LA TIERRA ES IMPORTANTE PARA EL SER HUMANO?**

<input checked="" type="radio"/>	B1	9-12 años	Nuestros recursos naturales	pág. 85
<input checked="" type="radio"/>	B2	9-15 años	Diferentes tipos de suelo y usos de la tierra	pág. 96
<input type="radio"/>	B3	9-15 años	El suelo como recurso fundamental	pág. 115
<input type="radio"/>	B4	9-15 años	Bosques, humanos y cambio climático	pág. 126

**SECUENCIA C - LA TIERRA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

<input checked="" type="radio"/>	C1	9-15 años	Los efectos de nuestra dieta en el cambio climático	pág. 138
<input type="radio"/>	C2	12-15 años	Cambio climático y agricultura	pág. 156
<input checked="" type="radio"/>	C3	12-15 años	Fenómenos extremos y degradación de la tierra	pág. 173
<input type="radio"/>	C4	9-12 años	Cambio climático, actividades humanas y biodiversidad	pág. 183

**SECUENCIA D - ¿CÓMO PODEMOS ACTUAR?**

<input checked="" type="radio"/>	D1	9-15 años	Nuestra huella de carbono	pág. 202
<input checked="" type="radio"/>	D2	9-15 años	Cómo nos sentimos ante el cambio climático: trabajar con las emociones	pág. 205
<input type="radio"/>	D3	9-12 años	Justicia climática: juego de rol	pág. 213
<input type="radio"/>	D4	9-12 años	Medidas de adaptación y mitigación en todo el mundo	pág. 222

<b>COMPRENDEMOS - SESIÓN DE REPASO</b>				pág. 228
--	--	--	--	----------

## SECUENCIA A

# ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Para enseñar y comprender el cambio climático, es necesario abordar dos aspectos esenciales: las **pruebas científicas** que demuestran que el clima ha cambiado (y sigue cambiando) y los **mecanismos** que generan ese cambio. El primer aspecto es fundamental para adquirir los conocimientos científicos necesarios para comprender este fenómeno y el segundo resulta primordial para reconocer que el cambio climático está siendo inducido por el ser humano.

**Las dos primeras lecciones de esta secuencia constituyen la base** de todas las secuencias siguientes. Sin esos conocimientos previos, la contextualización de las

demás lecciones resultará mucho más difícil para los alumnos. La lección A3 es opcional y aborda las actividades humanas responsables del efecto invernadero. Todas estas actividades se basan principalmente en el análisis documental y la experimentación.

**Las lecciones A4, A5 y A6 profundizan en la relación entre la tierra y el clima** y están centradas en el ciclo del carbono y las actividades humanas que lo están alterando. Dichas lecciones son más adecuadas para alumnos de más edad, en especial las actividades A5 y A6, que requieren un material específico.

### LISTA DE LECCIONES

Lección básica

Lección opcional

<input checked="" type="radio"/>	<b>A1</b>	9-15 años	<b>Evidencias del cambio climático en la tierra</b> <i>Ciencias naturales, geografía</i> Los alumnos recopilan diversas pruebas que demuestran que el clima mundial ha cambiado a lo largo de las últimas décadas (calentamiento global, aumento del nivel del mar, derretimiento de los glaciares, sequías, fenómenos extremos, etc.). De esa forma, aprenderán a diferenciar entre clima y tiempo.	pág. 33
<input checked="" type="radio"/>	<b>A2</b>	9-15 años	<b>El efecto invernadero: comprenderlo con una analogía</b> <i>Ciencias naturales, física</i> Los alumnos aprenden qué es el efecto invernadero construyendo un invernadero que permite simular el comportamiento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.	pág. 45
<input type="radio"/>	<b>A3</b>	9-15 años	<b>El efecto invernadero y las actividades humanas</b> <i>Ciencias naturales, física</i> Los alumnos hacen una presentación para entender mejor qué son los gases de efecto invernadero y establecer las actividades humanas que los producen.	pág. 50
<input type="radio"/>	<b>A4</b>	12-15 años	<b>El ciclo del carbono: la tierra como parte del sistema climático</b> <i>Ciencias naturales, física</i> Los estudiantes participan en un juego para entender los intercambios del carbono dentro del ciclo del carbono.	pág. 55
<input type="radio"/>	<b>A5</b>	12-15 años	<b>Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: fotosíntesis y respiración</b> <i>Ciencias naturales, física, química</i> Tras introducir el concepto del ciclo del carbono, podemos ejemplificar, mediante un experimento, los movimientos del carbono de un reservorio a otro. Los alumnos aprenden algunos procesos específicos, como la fotosíntesis y la respiración, que permiten los intercambios de carbono.	pág. 71
<input type="radio"/>	<b>A6</b>	12-15 años	<b>Conocer más sobre los flujos del ciclo del carbono: combustión, energía y actividades humanas</b> <i>Ciencias naturales, física, química</i> Tras introducir el concepto del ciclo del carbono, podemos ejemplificar, mediante un experimento, los movimientos del carbono de un reservorio a otro. Los alumnos aprenden algunos procesos específicos, como la combustión y la fermentación, que permiten los intercambios de carbono.	pág. 75

# LECCIÓN A1

## EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TIERRA

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 5-10 min
- ~ Actividad: 1 h

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos recopilan diversos tipos de pruebas que demuestran que el clima mundial ha cambiado en las últimas décadas (calentamiento global, subida del nivel del mar, derretimiento de los glaciares, sequías, fenómenos meteorológicos extremos, etc.).

Asimismo, aprenden que:

- ~ El clima y el tiempo son dos fenómenos distintos.
- ~ El clima es un promedio del patrón meteorológico predominante en una región determinada. Depende principalmente de la latitud, la altitud y la distancia con respecto al océano.
- ~ El tiempo se define como el estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados. Está determinado por variables como la temperatura y la humedad.
- ~ A lo largo del último siglo, la temperatura global del planeta ha ido en aumento, especialmente en tierra firme. Esto ha tenido diversas consecuencias como el deshielo (glaciares y hielo marino) o la subida del nivel del mar.
- ~ La frecuencia y/o intensidad de ciertos fenómenos extremos (inundaciones, tormentas y sequías) ha aumentado.

### PALABRAS CLAVE

Clima, tiempo meteorológico, calentamiento global, fenómenos meteorológicos extremos, grandes escalas de tiempo, datos científicos

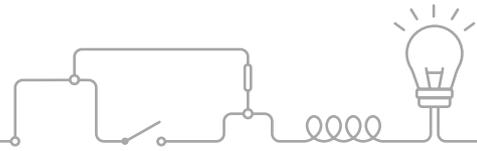
### MÉTODO DE ENSEÑANZA

Análisis de documentos

## PREPARACIÓN (5-10 MIN)

### MATERIAL

- HOJA DE TRABAJO A1.1 (una por alumno).
- HOJAS DE TRABAJO A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8, A1.9.



### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En estas hojas de trabajo incluimos documentos que responden a distintos niveles. Están clasificadas en tres categorías en función de las edades: “**principiantes**” (9-10 años); “**curiosos**” (10-11 años) y “**expertos**” (12 años en adelante). Estos rangos de edad son solo indicativos. Para los estudiantes más jóvenes, la hoja de trabajo contiene un solo documento, mientras que, para los más avanzados, es posible repartir varios documentos a un mismo grupo.

### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

1. Divida la clase en grupos de 4 alumnos y elija los documentos más adecuados a su nivel.
2. Imprima copias de las **HOJAS DE TRABAJO A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8 y A1.9** (una por cada grupo).

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR:

En esta sesión deberá tener en cuenta dos elementos que pueden dificultar la comprensión:

- **La escala temporal.** Las grandes escalas de tiempo cuando se trata de cambio climático pueden ser difíciles de concebir a ciertas edades, para quien 50 años pueden parecer una eternidad. Les puede ser difícil entender la idea de un cambio en tales escalas de tiempo. Además, algunos cambios son graduales y, por tanto, difíciles de percibir.
- **El cambio climático como fenómeno global.** Incluso en la era de la globalización y las redes sociales, tendemos a percibir solo los acontecimientos directamente relacionados con nuestra vida personal. Los cambios y fenómenos que ocurren en otras partes del mundo están demasiado lejos para ser percibidos como reales. Empiece hablando de acontecimientos que se producen cerca y en el momento actual, para que los alumnos se sientan identificados. Posteriormente, se pueden introducir gradualmente cambios más generales y prolongados. Por esta razón, empezar con ejemplos concretos aportados por los propios alumnos puede ser de gran ayuda. La interpretación de gráficos y porcentajes de algunos documentos requiere conocimientos básicos previos. No dude en dedicar más tiempo a esta sesión si los alumnos se enfrentan a este tipo de ejercicio por primera vez.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

### CLIMA Y TIEMPO

La diferencia entre **clima** y **tiempo (meteorológico)** está ligada a la duración del período estudiado. Así, mientras el clima es el estado promedio de la atmósfera a lo largo de meses, años, décadas, siglos o más, el tiempo es el estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados, que puede cambiar cada hora, cada día o, en promedio, de una estación a otra (para más información, véase la pág. 34 de la sección “Resumen científico”).

### ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

En la actualidad, el término “**cambio climático**” se emplea comúnmente como sinónimo de cambio climático antropogénico, es decir, se refiere a los cambios del sistema climático resultantes de las actividades humanas desde la Revolución Industrial (para más información sobre el impacto antropogénico, véase la pág. 13 de la sección “Resumen científico”). El cambio climático se manifiesta de varias maneras y a distintas escalas de tiempo: por ejemplo, a través de **cambios en la naturaleza de fenómenos meteorológicos aislados y de corta duración, como las tormentas**

**de polvo o las olas de calor, y a través de cambios incrementales** que se acumulan a lo largo de décadas, como la subida del nivel del mar. Estas variaciones pueden interactuar y reforzarse mutuamente (por ejemplo, el impacto de olas de calor cada vez más intensas o frecuentes se ve exacerbado por el aumento de la desertificación en las zonas áridas y los desiertos). Cuando hablamos de cambio climático, también nos referimos a una de sus consecuencias para nuestro planeta: el **calentamiento global**, un concepto que designa el aumento de la temperatura media de la superficie terrestre.

Los científicos utilizan diferentes tipos de **pruebas** para rastrear el cambio climático y sus consecuencias. En esta lección damos algunos ejemplos centrados en la tierra, pero son solo algunos de los distintos tipos de pruebas que decenas de miles de científicos de todo el mundo y de todas las disciplinas utilizan para observar, medir y comprender el cambio climático y para concluir que este cambio se debe a la **actividad humana** y, en particular, a la liberación de CO<sub>2</sub>, un gas de efecto invernadero (véase la lección A2).

## INTRODUCCIÓN 15 MIN

**Caso 1: Si vive en una región del mundo con un clima estacional (verano/invierno o húmedo/seco),** empiece preguntando a los alumnos: *¿Cómo están vestidos hoy? ¿Llevan camiseta o sudadera? ¿Short, falda o pantalón? ¿Sandalias o zapatos cerrados? ¿Llevaban el mismo tipo de ropa ayer? ¿Y la semana pasada, el mes pasado o durante las últimas vacaciones? ¿Qué les hace elegir un tipo de ropa y no otra? Probablemente digan que depende de si el día está soleado o lluvioso y de si hace frío o calor, es decir, depende del tiempo.*

*¿Qué tiempo hace fuera? ¿Fue igual ayer, anteayer, la semana pasada, etc.? ¿Y en las diferentes regiones del mundo? ¿Qué temperatura y humedad podemos ver allí? ¿Cómo distinguimos el clima del tiempo?*

**Caso 2: Si vive en un lugar donde el clima no es estacional,** pregunte: *¿El tiempo es el mismo todo el año? ¿El tiempo es el mismo que en cualquier otra parte del mundo? ¿Otras regiones tienen la misma temperatura y precipitaciones? ¿Cómo distinguimos el clima del tiempo?*

1. Para entender mejor la diferencia entre tiempo y clima, le sugerimos que haga un “debate dinámico”. Divida la clase en dos mitades: “tiempo” y “clima”.
2. Escriba en la pizarra una de las afirmaciones que proponemos en la página siguiente. A continuación, los alumnos deberán desplazarse por el aula y ubicarse según consideren que las frases aluden al clima o al tiempo (para cada frase, indicamos la categoría correcta entre paréntesis). Pregúnteles por qué han elegido ponerse en una parte del aula y no en la otra.
3. Elija un nuevo enunciado y repita la experiencia varias veces.
4. A continuación, pida a sus alumnos que expliquen la diferencia entre **tiempo y clima: deben entender que el tiempo es el estado de la atmósfera (que incluye las temperaturas y las precipitaciones)** en un lugar y un momento determinados, **mientras que el clima es un patrón promedio**. Para un clima determinado, el tiempo varía diariamente (¡incluso durante un mismo día!). En cambio, el tiempo de un solo día no describe el clima. En otras palabras, *el clima te dice qué ropa comprar y el tiempo, qué ropa ponerte.*

En este punto, puede pedir a sus alumnos que pongan ejemplos de frases o afirmaciones para cada categoría (clima y tiempo).

#### FRASES SUGERIDAS:

Mira por la ventana: el sol brilla entre las nubes, es muy bonito. (tiempo)

Mi abuela me cuenta que cuando era pequeña siempre nevaba en invierno. A veces no podía ir a la escuela por culpa de la nieve. (clima)

Me encantaría vivir en Nueva York: hace frío en invierno y calor en verano. Podríamos hacer concursos de muñecos de nieve en invierno y carreras en verano. (clima)

Este fin de semana va a hacer frío. Tendrás que ponerte una bufanda para salir de casa. (tiempo)

Podríamos disfrazarnos de nuestros personajes favoritos. —¡Ni de broma me disfrazo! ¡Hace demasiado frío! (tiempo)

Mi amiga de Australia ha organizado una batalla del agua en las fiestas de su colegio. Allí siempre hace calor. (clima)

El 8 de mayo de este año llovió. (tiempo)

Alemania es un país frío. (clima)

Durante la temporada de los monzones, llueve. (clima)

#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR:

Estas frases son solo sugerencias; pueden adaptarse según las condiciones locales.

### PROCEDIMIENTO 40 MIN

1. Con la actividad anterior, los alumnos han podido entender que el tiempo puede cambiar muy rápidamente. Pregúnteles: *¿Creen que el clima ha cambiado? ¿Rápidamente o no? ¿Cómo podemos demostrarlo, si el clima se corresponde con un largo período de tiempo?* En este punto, los alumnos deberán llevar a cabo un análisis documental.
2. Muestre la **HOJA DE TRABAJO A1.1** a toda la clase y distribuya una copia a cada alumno (tendrán que completarla al final de la sesión).
3. Divida a los alumnos en grupos de 4 como máximo (puede haber varios grupos trabajando con el mismo documento) y explíqueles que van a ser especialistas de una prueba del cambio climático. Reparta las **HOJAS DE TRABAJO A1.2 a A1.9** (una para cada grupo). Utilizando su(s) documento(s), deberán

escribir un texto breve que resuma lo que han aprendido (por ejemplo, “En los últimos X años, la Tierra se ha calentado”) y copiar dicho texto en el recuadro correspondiente de la **HOJA DE TRABAJO A1.1**.



Alumnos analizando datos que muestran el cambio en las precipitaciones anuales

4. Después de analizar y debatir en grupo sobre los documentos, un miembro por grupo escribe las conclusiones de su grupo en la pizarra o las presenta oralmente a los demás grupos, de forma que cada alumno pueda completar la **HOJA DE TRABAJO A1.1**, reuniendo pruebas de que el clima está cambiando.

### CONCLUSIÓN 5 MIN

Concluya recordando que, igual que el tiempo varía, también el clima ha variado en el último siglo: es lo que llamamos cambio climático. Hay pruebas científicas sólidas que demuestran que el clima global está cambiando (sequías, floraciones tempranas, incendios forestales más frecuentes, derretimiento de los glaciares, aumento de las temperaturas, etc.) en todo el mundo. Se puede citar al IPCC como una de las fuentes de información más fiables sobre el cambio climático.

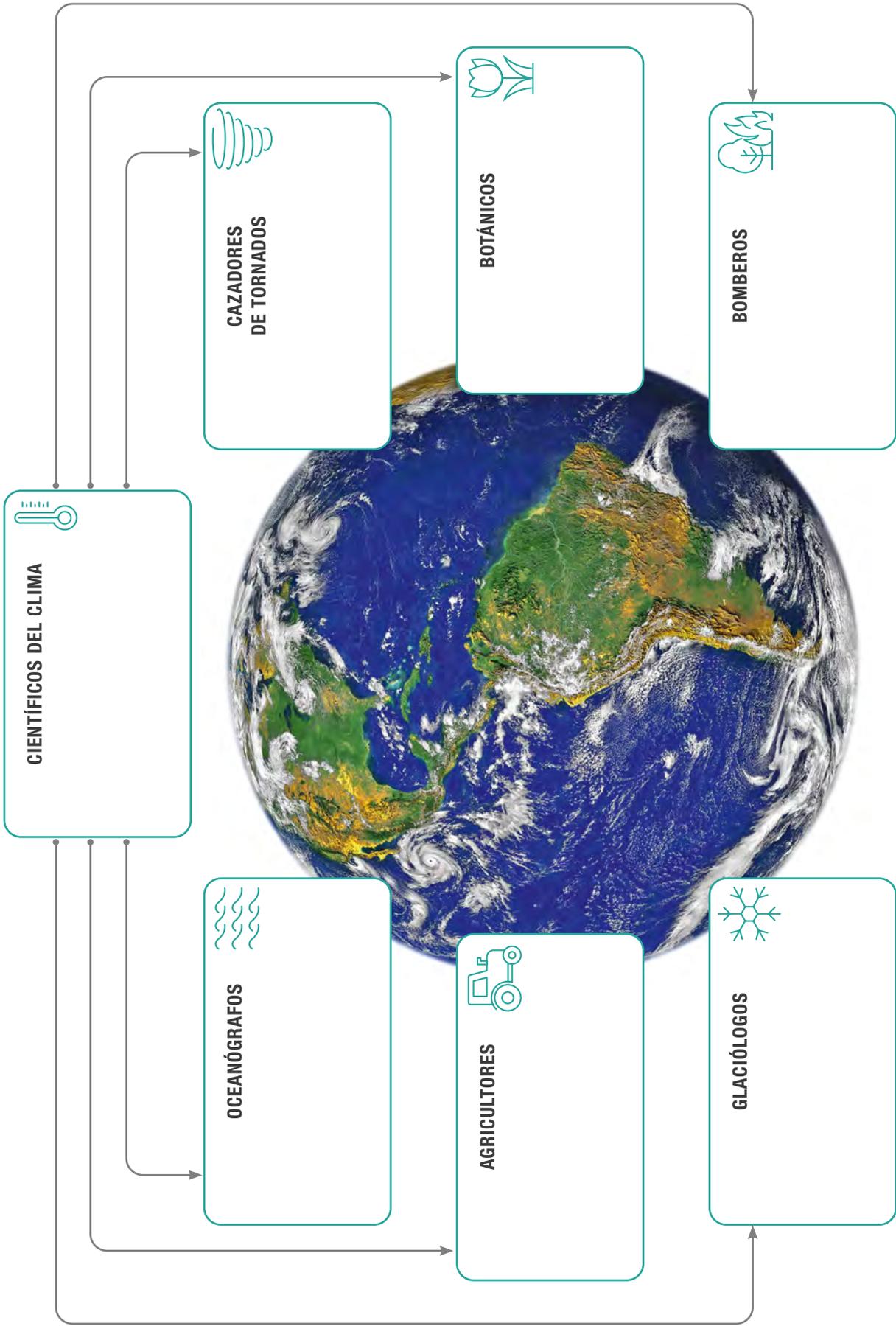
#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En la página web de la [Office for Climate Education](https://www.officeforclimateeducation.org/) se pueden encontrar resúmenes para profesores de los últimos informes del IPCC.





## HOJA DE TRABAJO A1.1



## LAS PRUEBAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

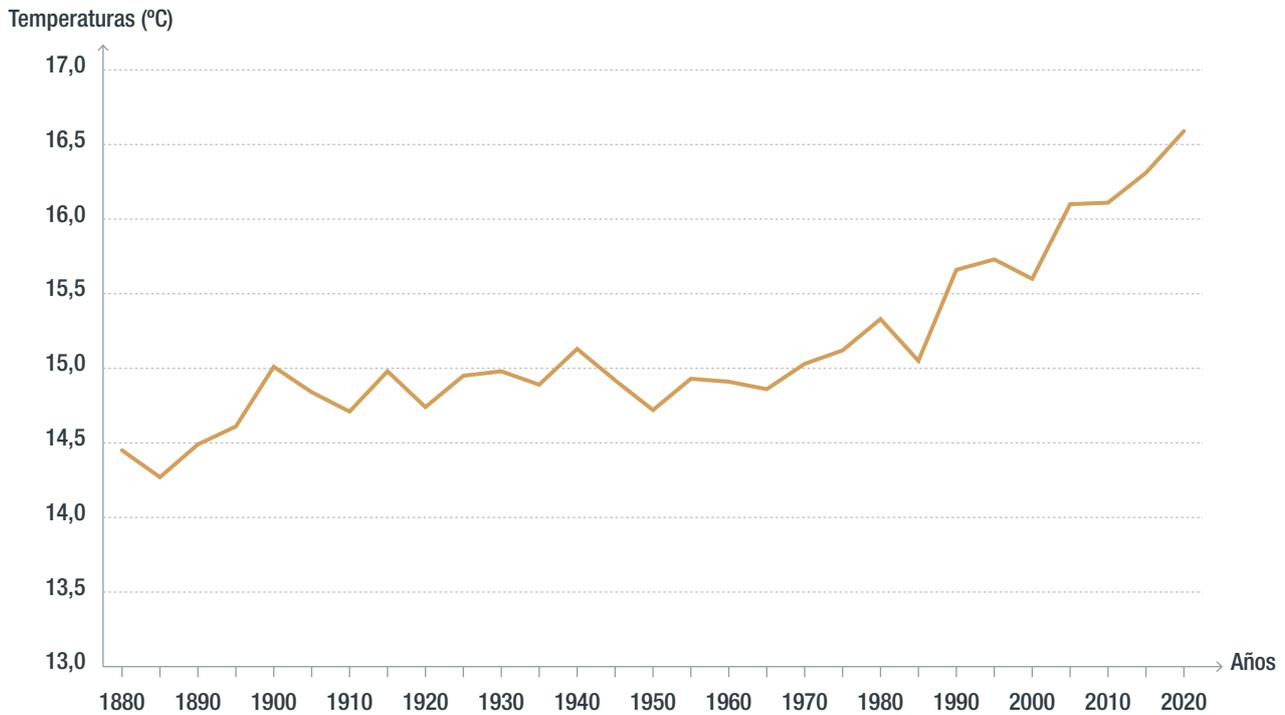


## CIENTÍFICOS DEL CLIMA

➔ **Misión:** Son ustedes científicos del clima y quieren averiguar cómo han cambiado las temperaturas en el último siglo. A partir del siguiente gráfico, describan en una o dos frases los cambios observados en la temperatura de la Tierra desde 1880.

Este gráfico muestra la evolución de la temperatura de la superficie terrestre desde 1880. Estas mediciones están tomadas del sitio web de la NASA y se obtuvieron a partir de varias estaciones meteorológicas de todo el mundo.

### EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE LA SUPERFICIE TERRESTRE DESDE 1880



Fuente: [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs\\_v4/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/)

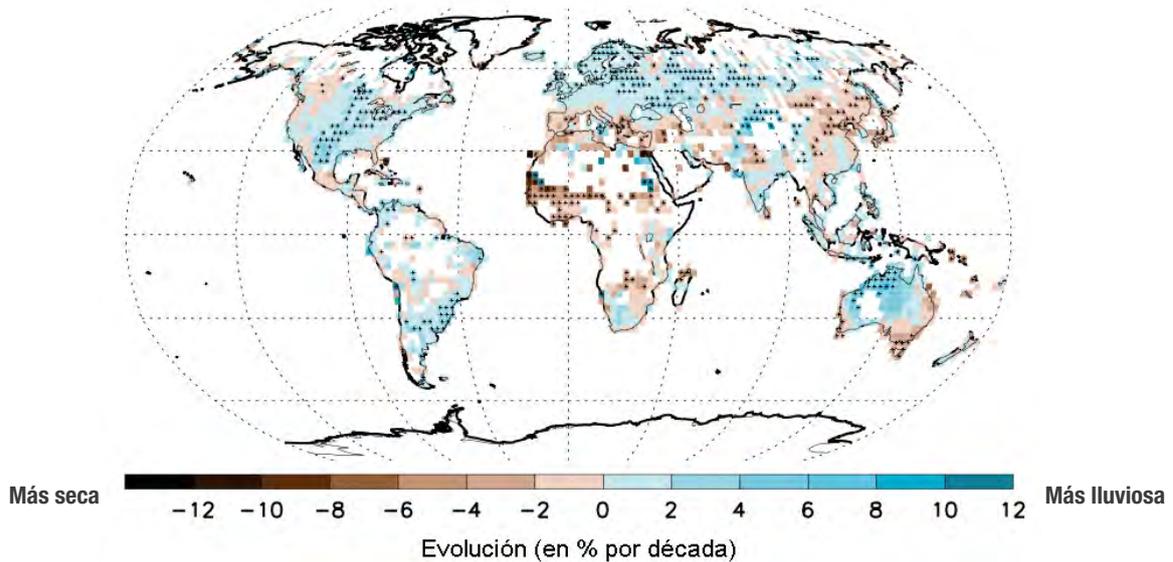


## CIENTÍFICOS EXPERTOS DEL CLIMA

➔ **Misión:** Son ustedes científicos expertos del clima y quieren averiguar cómo ha cambiado el clima en el último siglo. A partir de los siguientes gráficos, describan en una o dos frases los cambios observados en las precipitaciones y las temperaturas en la superficie terrestre desde 1950.

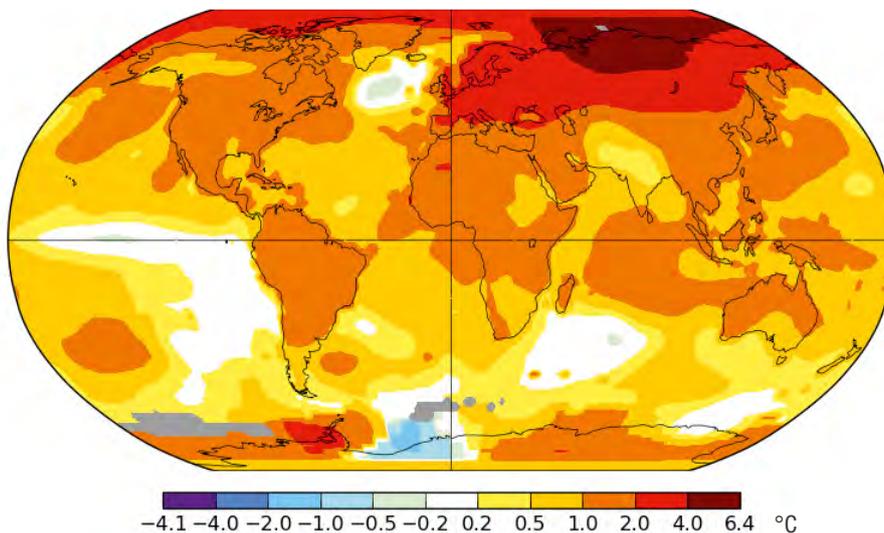
Las siguientes figuras muestran los cambios en las precipitaciones entre 1951 y 2010 y en las temperaturas entre 1950 y 2020.

### EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN LA SUPERFICIE TERRESTRE ENTRE 1951 Y 2010



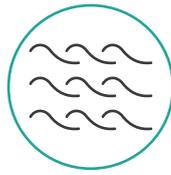
Fuente: Quinto Informe de Evaluación del IPCC - Grupo de trabajo 1

### CAMBIOS EN LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA SUPERFICIE EN 2020 COMPARADOS CON EL PERÍODO 1950-1980



Fuente: NASA – NASA Goddard Institute for Space Studies

También está disponible el video de la NASA: "Global temperature anomalies from 1880 to 2020", que muestra la evolución de las temperaturas desde 1880.

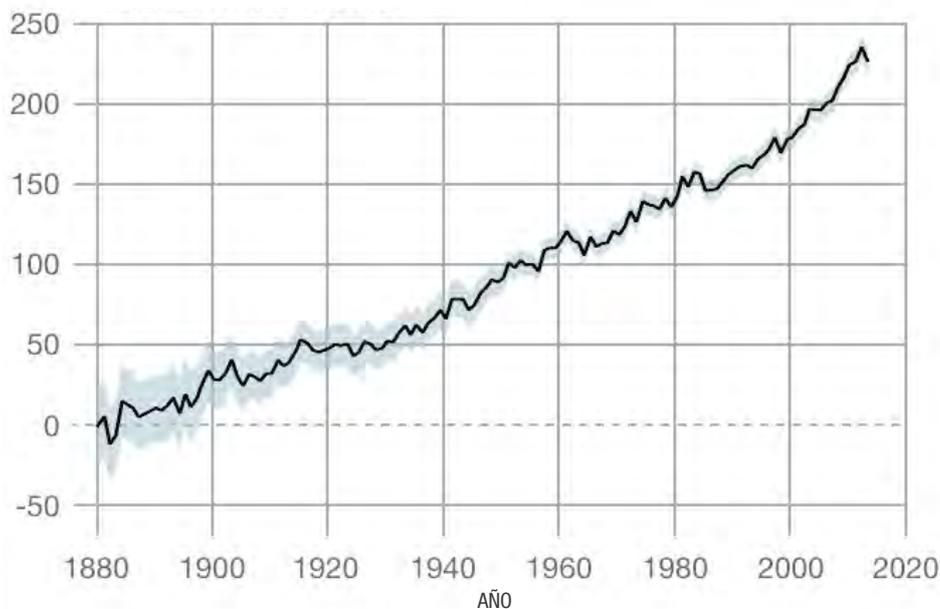


## OCEANÓGRAFOS

- ➔ **Misión:** Son ustedes oceanógrafos y quieren averiguar cómo ha cambiado el nivel del mar en el último siglo. A partir del siguiente gráfico, describan con una o dos frases los cambios observados en el nivel del mar desde 1880.

Este gráfico muestra las variaciones del nivel del mar desde 1880. Las mediciones más recientes se han obtenido con satélites que giran alrededor de la Tierra para registrar de forma permanente los cambios en el nivel del mar. Las más antiguas proceden de mareógrafos ubicados en los litorales<sup>1</sup>.

**CAMBIOS EN EL NIVEL DEL MAR EN MM**



Fuente: Datos procedentes de la NASA, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

<sup>1</sup> Un **mareógrafo** es un dispositivo de registro que permite medir el nivel del mar (o de un río) en un lugar específico y durante un período de tiempo determinado.



## AGRICULTORES

➔ **Misión:** Son ustedes agricultores y están preocupados por el cambio climático. A partir de los siguientes documentos, escriban una o dos frases que expliquen qué es una sequía y cómo ha cambiado el número de personas afectadas desde 1960.

El primer documento describe qué es una sequía y sus consecuencias. El segundo muestra la cantidad de personas que sufren el problema de la desertificación. La desertificación se produce cuando la tierra de una zona seca sufre daños: se vuelve cada vez más árida y se asemeja a un verdadero desierto.

### ¿QUÉ ES LA SEQUÍA?

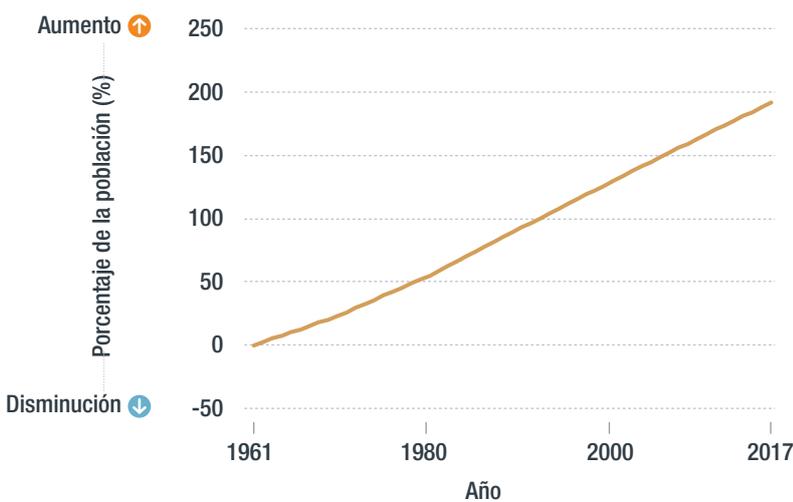
La sequía se produce cuando hay menos precipitaciones (lluvia) de lo habitual o cuando la temperatura es tan alta que las reservas de agua subterránea empiezan a agotarse.

Las plantas, como todos los seres vivos, necesitan agua para sobrevivir y crecer. Cuando hay sequía, la agricultura se vuelve muy difícil.

Si la sequía dura demasiado o es muy severa, puede conducir a la desertificación.



### PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN QUE SUFRE SEQUÍAS DESDE LA DÉCADA DE 1960



Fuente: Adaptado del Informe especial del IPCC "El cambio climático y la tierra".



GLACIÓLOGOS

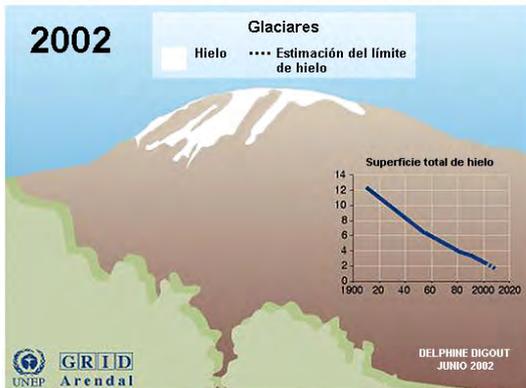
➔ Misión: Son ustedes glaciólogos, están preocupados por el cambio climático y se preguntan si será posible seguir estudiando los glaciares en el futuro. A partir del siguiente artículo, escriban una o dos frases que expliquen lo que está pasando con los glaciares del Kilimanjaro desde 1912.

El siguiente artículo describe cómo han cambiado los glaciares del Kilimanjaro entre 1912 y 2002.



¡EL KILIMANJARO SE MUERE!

Los glaciares del Monte Kilimanjaro, el pico más alto de África, que han cubierto la cima de la montaña durante 11 700 años, están desapareciendo a gran velocidad: “[...] en 1912 había unos 12,1 km<sup>2</sup> de hielo en la montaña, pero un mapa del año 2000 mostró que solo quedaban 2,2 km<sup>2</sup>, lo que supone una pérdida del 80 % del glaciar en menos de 100 años. [...] El Kilimanjaro [...] se sitúa en el trópico. Aquí, las extensiones de hielo son especialmente sensibles al cambio climático y la más mínima fluctuación de temperatura puede tener efectos devastadores en ellas”.



Fuente: <http://www.earthkam.org>



## CAZADORES DE TORNADOS

➔ **Misión:** Son ustedes cazadores de tornados y se preguntan si será posible seguir viendo y tomando fotos de tornados a pesar del cambio climático. A partir del siguiente gráfico, escriban una o dos frases que expliquen qué son los fenómenos meteorológicos extremos y cómo ha cambiado su número desde 1900.



El siguiente gráfico muestra la evolución del número de fenómenos meteorológicos extremos desde 1900. Los fenómenos meteorológicos extremos son aquellos que se salen de lo normal, a menudo porque son más potentes (por ejemplo, tornados, lluvias torrenciales, sequías u olas de calor). Pueden provocar incendios forestales o inundaciones y causar muchos daños.

### NÚMERO DE FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS REGISTRADOS EN EL PLANETA



Fuente: EMDAT (2019): OFDA/CRED Base de datos internacional sobre desastres de OFDA/CRED, Universidad católica de Lovaina, Bruselas (Bélgica), <https://ourworldindata.org/natural-disasters> – CC BY



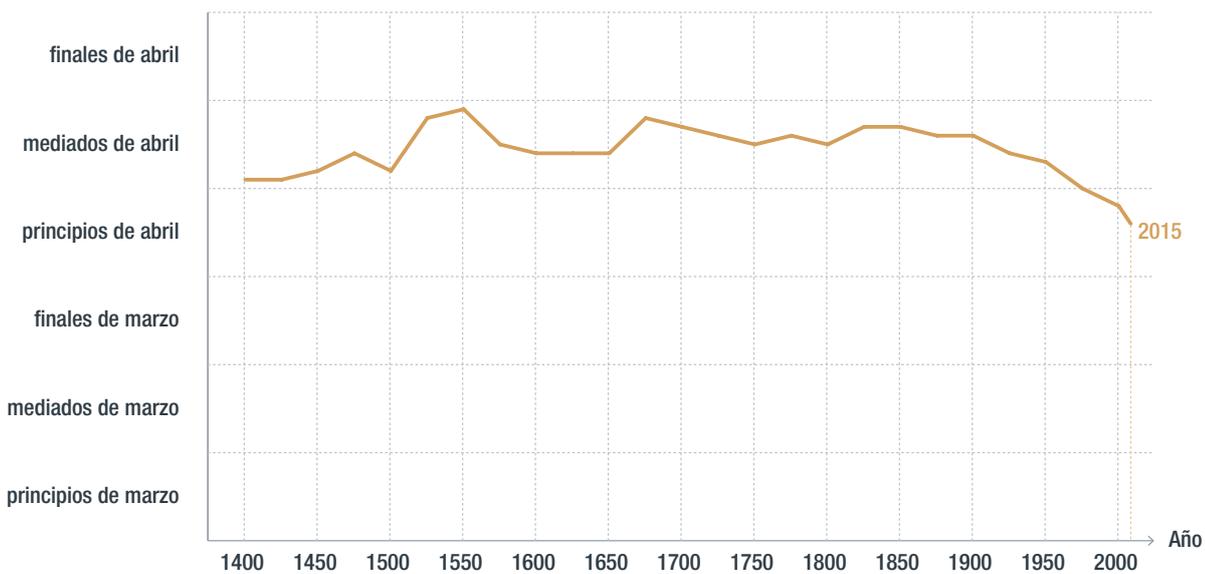
## BOTÁNICOS

➔ **Misión:** Son ustedes botánicos y se preguntan cómo reaccionarán las plantas ante el aumento de las temperaturas. A partir del siguiente gráfico, escriban una o dos frases para explicar cómo ha cambiado la fecha de floración en los últimos 1 000 años y cómo esto está relacionado con el cambio climático.

El siguiente gráfico muestra los cambios en la fecha de floración de los cerezos en Japón a lo largo de 1 000 años. La floración se produce cuando las temperaturas son suficientemente altas.



### EVOLUCIÓN DE LA FECHA DE FLORACIÓN DE LOS CEREZOS DE JAPÓN



Fuente: Aono and Kazui, 2008; Aono and Saito, 2010; Aono, 2012; Chikyu Kankyo (Global Environment), 17, 21–29 <http://atmenv.envi.osakafu-u.ac.jp/aono/kyophenotemp4/>



## BOMBEROS

➔ **Misión:** Son ustedes bomberos y están preocupados por el hecho de que los incendios forestales se hayan vuelto cada vez más frecuentes con el calentamiento global. Utilizando los siguientes mapas, escriban una frase que explique cómo ha cambiado la temporada de incendios y cómo esto está relacionado con el cambio climático.



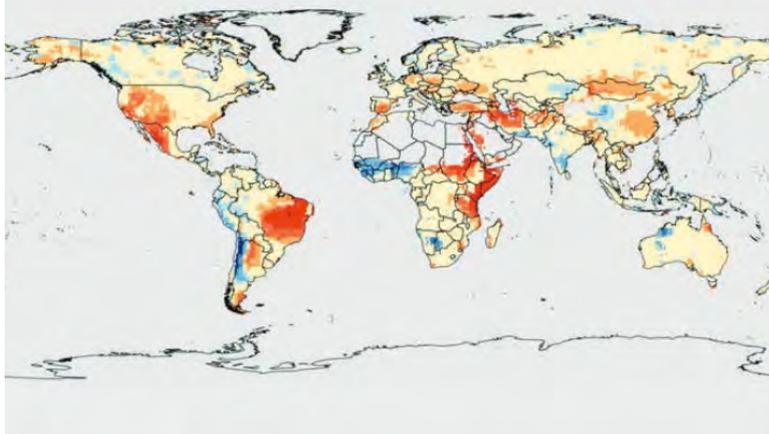
Los siguientes mapas muestran la evolución de los incendios en todo el mundo entre 1996 y 2013, en comparación con el período comprendido entre 1979 y 1996. El primero muestra la evolución de la duración de la temporada de incendios, mientras que el segundo muestra el cambio en la frecuencia de los fenómenos relacionados con el fuego. Los incendios forestales pueden ser provocados por el hombre —de forma voluntaria o no—, pero también son más frecuentes durante las sequías y las olas de calor.

### PATRONES GLOBALES DE CAMBIO EN LA DURACIÓN DE LA TEMPORADA DE INCENDIOS ENTRE 1979 Y 2013

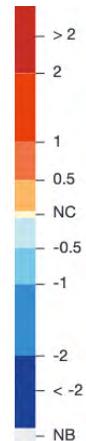
A. Zonas con cambios en la duración de la temporada de incendios

B. Regiones que han experimentado cambios en la frecuencia de incendios a lo largo de la temporada de incendios

**A CAMBIOS EN LA DURACIÓN DE LA TEMPORADA DE INCENDIOS (DÍA POR AÑO)**

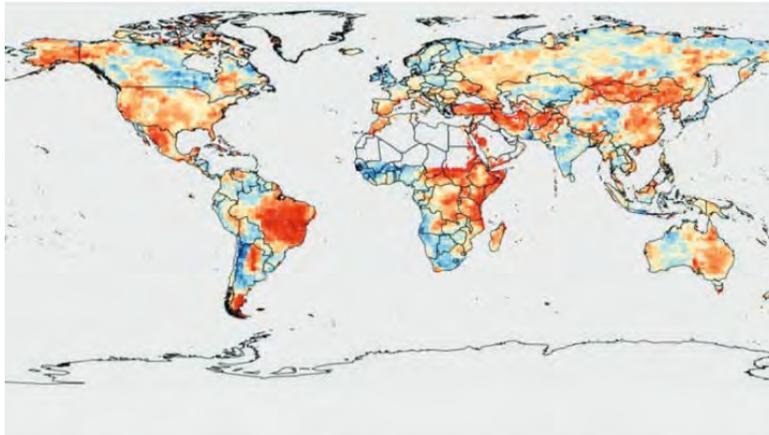


Estación más larga

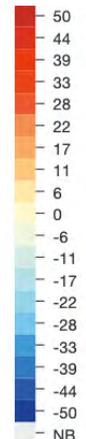


Estación más corta

**B CAMBIOS EN LA FRECUENCIA DE INCENDIOS DURANTE LA TEMPORADA DE INCENDIOS**



Más frecuente



Menos frecuente

Fuente: Informe de Evaluación de IPBES sobre la degradación y la restauración de la tierra, [https://ipbes.net/sites/default/files/2018\\_ldr\\_full\\_report\\_book\\_v4\\_pages.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2018_ldr_full_report_book_v4_pages.pdf)

## LECCIÓN A2

# EL EFECTO INVERNADERO: COMPRENDERLO CON UNA ANALOGÍA

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 5-10 min
- ~ Actividad: 1 h 15

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos comprenden el efecto invernadero construyendo un invernadero que simula la acción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Asimismo, aprenden que:

- ~ Todos los objetos emiten radiación infrarroja; cuanto más calientes están, más radiación infrarroja emiten.
- ~ Cuando la superficie de la Tierra es calentada por el sol, emite radiación infrarroja.
- ~ Los gases de efecto invernadero actúan como una manta, absorbiendo la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra.
- ~ Solo una parte de esta radiación infrarroja escapa al espacio; el resto es enviada de vuelta a la superficie. Esto explica el calentamiento global.

### PALABRAS CLAVE

Efecto invernadero, gas de efecto invernadero, radiación infrarroja, calentamiento global

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

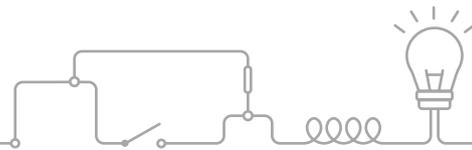
Experimentación

## PREPARACIÓN 5-10 MIN

### PREPARACIÓN

Para cada grupo de 3 a 4 alumnos:

- 1 foco (de al menos 60 W, si es posible 100 W. Utilice focos incandescentes o halógenos, no de bajo consumo) montado en un soporte. Nota: si el tiempo es soleado, los focos son opcionales y los experimentos pueden realizarse directamente en el exterior, al sol.
- 2 termómetros electrónicos (o bien, onzas de chocolate o mantequilla).
- 1 recipiente transparente de vidrio o plástico (lo más fino posible), o un recipiente cerrado con film de plástico.
- (Opcional) arcilla para modelar, que puede ser útil para sellar el recipiente.



## INTRODUCCIÓN 20 MIN

En lecciones anteriores, los alumnos han aprendido que la temperatura de la atmósfera está aumentando y que este calentamiento global tiene diversos efectos en la tierra.

Preguntas clave para orientar el debate:

- *¿Cuáles creen que son las causas del aumento de la temperatura en el planeta?* Escriba todas las hipótesis de los alumnos en la pizarra: pueden mencionar la contaminación, los cambios de “potencia” del Sol, el calor, etc.
- *¿Cómo pueden demostrar qué afirmaciones son las correctas?* Habría que saber si la Tierra está cada vez más “contaminada” o si la luz del Sol es más potente.
- Explique que, para encontrar las respuestas, tendrán que comparar la Tierra con otro elemento situado a la misma distancia que la Tierra del Sol, pero deshabitado. ¿Cuál? Muestre a los alumnos la **HOJA DE TRABAJO A2.1**: deben observar que la Luna se ajusta a esa descripción.
- *Comparando las características de la Tierra y la Luna, ¿qué hipótesis pueden rechazar?* La Luna, situada a la misma distancia del Sol que la Tierra, no se ha calentado en el último siglo. Por tanto, el calentamiento global no puede deberse a cambios en la luz o la energía del Sol.
- *¿Cómo pueden explicar entonces el calentamiento global que observamos en la Tierra?* La única diferencia entre la Tierra y la Luna es la existencia de una atmósfera que rodea a la Tierra. *¿Qué hay en la atmósfera que pueda explicar ese calentamiento?* Diga a los alumnos que van a estudiar el papel de los gases de la atmósfera que son responsables del aumento de las temperaturas: son los llamados “gases de efecto invernadero”.

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Si los alumnos no están familiarizados con el término “efecto invernadero”, le sugerimos que les ponga este video: [El efecto invernadero](#) de European Space Agency.



## PROCEDIMIENTO 50 MIN

1. Pida a los alumnos que piensen en un experimento que puedan llevar a cabo en el aula para demostrar el papel que tiene la atmósfera en el calentamiento global. Pídales que piensen cómo podrían representar el Sol (un foco, por ejemplo, o incluso el Sol mismo si es posible salir fuera), la atmósfera que rodea a la Tierra (un cuenco transparente) y cómo pueden medir la temperatura. Entre las propuestas, la construcción de un invernadero es una de las más realistas (ver las imágenes a continuación).

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

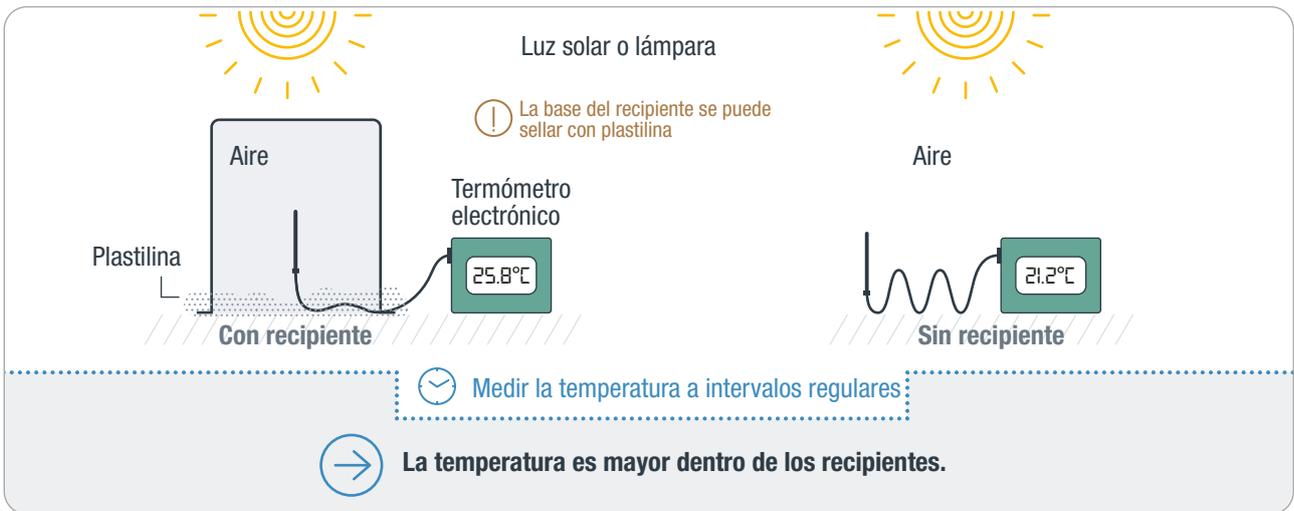
Para obtener resultados evidentes, haga el experimento al sol y en pleno día. Puede haber una diferencia de temperatura de hasta 4 grados. No se requiere el uso de termómetros electrónicos, pero asegúrese de que el termómetro que utiliza es lo suficientemente preciso como para permitirle ver el cambio de temperatura. Si no dispone de termómetro, puede utilizar onzas de chocolate para observar el efecto del calor (se derretirán).

2. Con el recipiente que se les ha proporcionado, cada grupo construye un invernadero básico, en el que introducirán un termómetro (o bien, una onza de chocolate). Se dejará fuera otro termómetro (u onza de chocolate) para su control (véanse las imágenes más abajo).

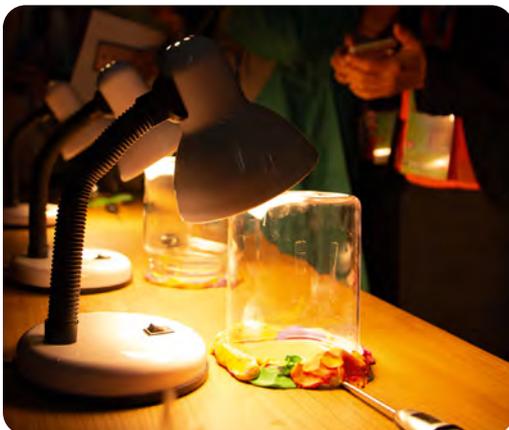
3. Pida a los alumnos que midan la temperatura a intervalos regulares y que anoten las mediciones en una tabla, o que observen regularmente el trozo de chocolate para comprobar su consistencia.

4. En este punto, distribuya a los alumnos la **HOJA DE TRABAJO A2.2** para que la analicen en grupos. Hable del origen de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, especialmente los asociados al uso de la tierra (p. ej. la ganadería, la agricultura).

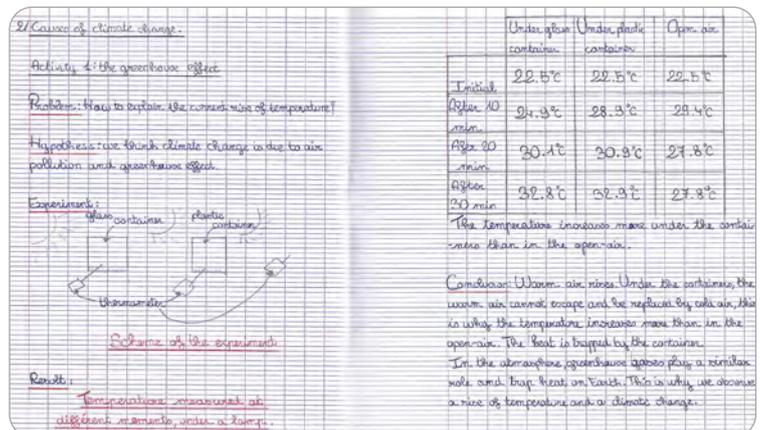
5. Pregunte a los alumnos qué es lo que provoca el aumento de la temperatura. Explique que el invernadero se está utilizando como comparación.



El experimento de efecto invernadero en un contenedor de plástico o vidrio



Midiendo la temperatura dentro y fuera del invernadero.



Notas de los estudiantes sobre el experimento.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

### EL EFECTO INVERNADERO

La luz solar atraviesa la atmósfera y calienta la superficie de la Tierra, que a su vez emite **radiación infrarroja**, en forma de calor, hacia la atmósfera. En su regreso al espacio, parte de este calor es atrapado en la atmósfera **por los gases de efecto invernadero** antes de ser devuelto a la superficie de la Tierra. Los gases de efecto invernadero actúan como una especie de manta que retiene el calor emitido desde abajo. Como consecuencia de ello, la temperatura de las capas inferiores de la atmósfera es más cálida de lo que debería ser.

**De hecho, sin los gases de efecto invernadero, la temperatura media de la superficie de la Tierra sería de unos  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  en lugar del promedio actual de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .**

La concentración de gases de efecto invernadero varía tanto por causas naturales, como en el pasado, como por las actividades humanas, como ocurre en la actualidad. Esto altera el balance energético de la Tierra y la temperatura media de la superficie (véase la figura de la pág. 9 de la sección “Resumen científico”).

### LA TIERRA Y LA LUNA

La Tierra y la Luna están situadas a la misma distancia del Sol y reciben la misma cantidad de energía. Por ello, sería razonable suponer que tienen la misma temperatura, **¡pero en realidad hace más frío en la Luna!**

¿Cómo podemos conocer la temperatura de la Luna? En la Tierra, la temperatura se mide por la agitación de las partículas en los gases atmosféricos. En la Luna, los científicos miden la **radiación infrarroja** para deducir la temperatura. La superficie de la Luna se calienta en presencia de luz solar y se enfría en su ausencia. Cuando examinamos esta radiación infrarroja, observamos que sus características son las de un cuerpo negro con una temperatura de  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  (para las partes de la Luna que no están expuestas al Sol). Así es como podemos decir que la temperatura de la Luna es de aproximadamente  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Debido a la **atmósfera terrestre y a los gases de efecto invernadero que contiene**, la temperatura en la Tierra es más alta, aunque reciba tanta luz como la Luna.

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En un invernadero, hay dos factores principales que contribuyen conjuntamente al aumento de la temperatura: el efecto invernadero y la contención. Sin una cubierta, el aire caliente sube por convección y es sustituido por aire más frío. Esto se evita cuando se usa una cubierta. El efecto de contención impide que el aire caliente se escape del invernadero. Por ello, el termómetro del exterior muestra una temperatura más baja que la del interior. Además, si comparamos un invernadero de vidrio (donde el efecto invernadero se produce teóricamente por la absorción de la radiación infrarroja) con un invernadero de polietileno (plástico) (donde no hay efecto invernadero), se observa que no hay grandes diferencias en cuanto al aumento de la temperatura. En este experimento, la contención es el principal efecto que contribuye al calentamiento.

6. Algunos gases atmosféricos desempeñan la misma función que el techo de un invernadero. Por ello se llaman gases de efecto invernadero. Si esta analogía se presenta a los alumnos de esta manera, es bastante admisible en clase.

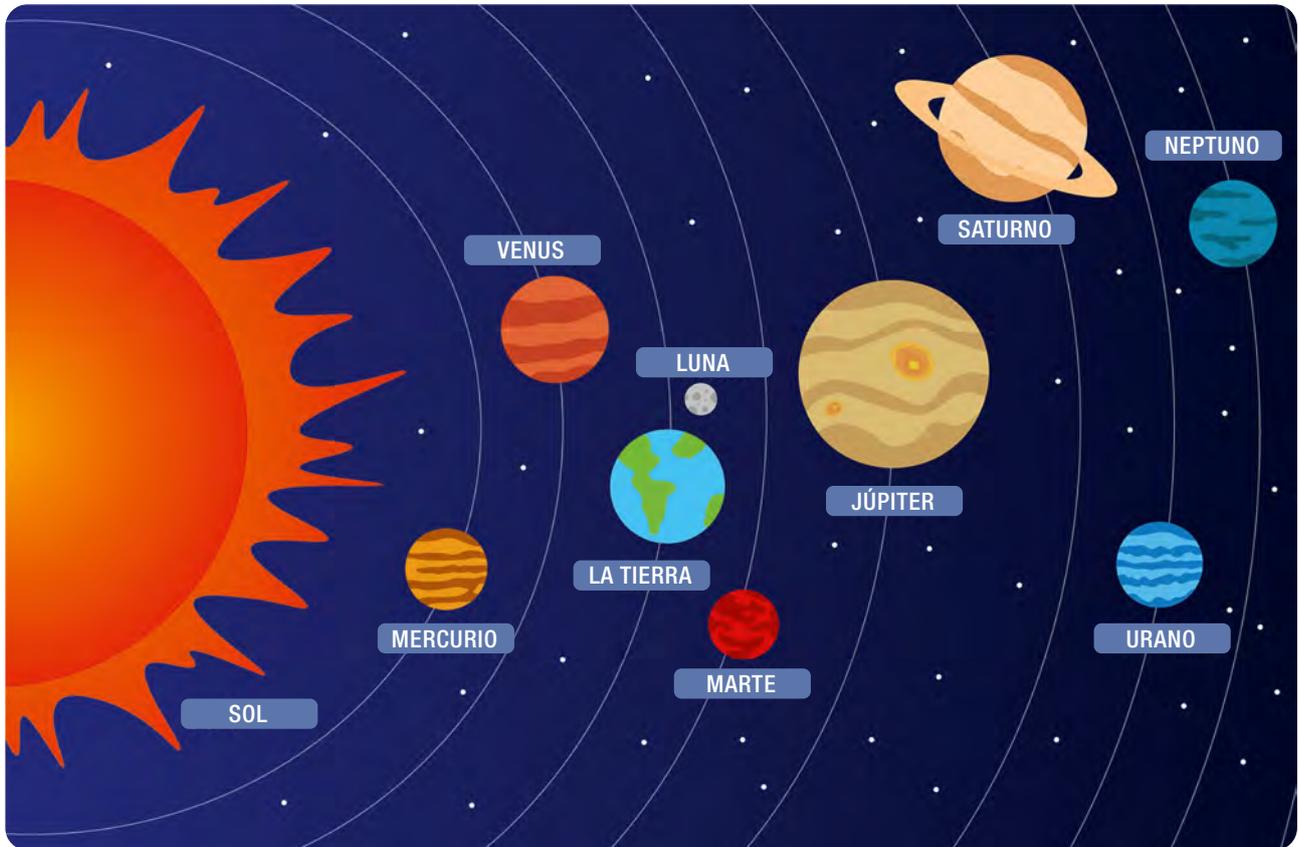
### CONCLUSIÓN 5 MIN

Comente la relación entre los resultados experimentales y los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Los gases de efecto invernadero, al igual que un invernadero, “atrapan” la radiación infrarroja invisible emitida por el Sol y que luego se refleja en la superficie de la Tierra, lo que provoca el calentamiento “dentro” del invernadero (que corresponde a la superficie de la Tierra y a las capas inferiores de la atmósfera). Aunque estos gases de efecto invernadero están presentes de forma natural en la atmósfera y proporcionan una temperatura compatible con la vida, su concentración ha aumentado en el último siglo debido a las actividades humanas y eso ha provocado un calentamiento global.



## HOJA DE TRABAJO A2.1

### EL SISTEMA SOLAR



Fuente: Hatice EROL on Pixabay

#### COMPARACIÓN DE LA TIERRA Y LA LUNA

	TIERRA	LUNA
<b>Distancia del Sol</b>	150 millones de kilómetros	150 millones de kilómetros
<b>Atmósfera</b>	Atmósfera compuesta por distintos gases: nitrógeno, vapor de agua, dióxígeno, dióxido de carbono, metano	No hay atmósfera
<b>Temperatura de la superficie</b>	+15 °C, en aumento en el último siglo	Entre -150 °C y +150 °C. Temperatura estable desde su formación hace 4 500 millones de años

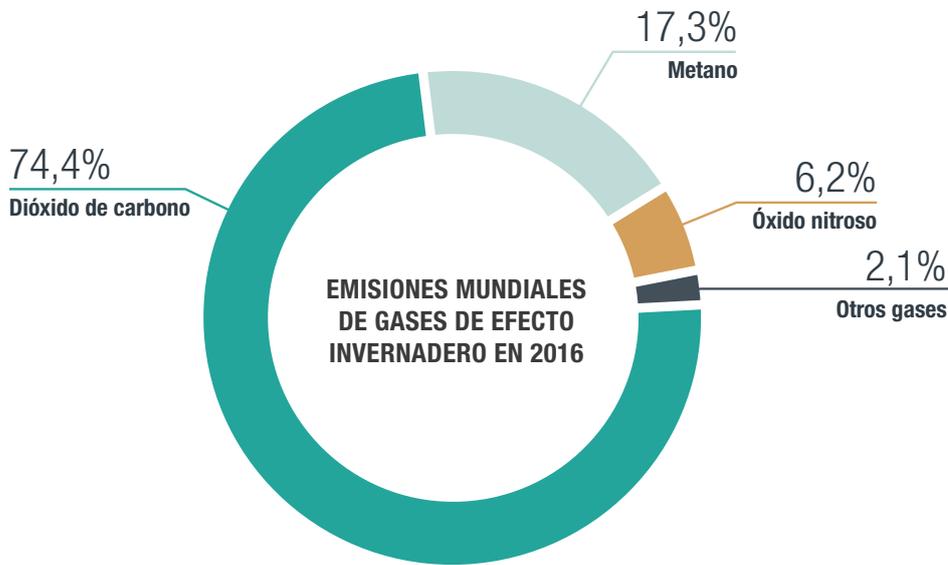


Observa los gráficos que figuran a continuación y responde a las siguientes preguntas:

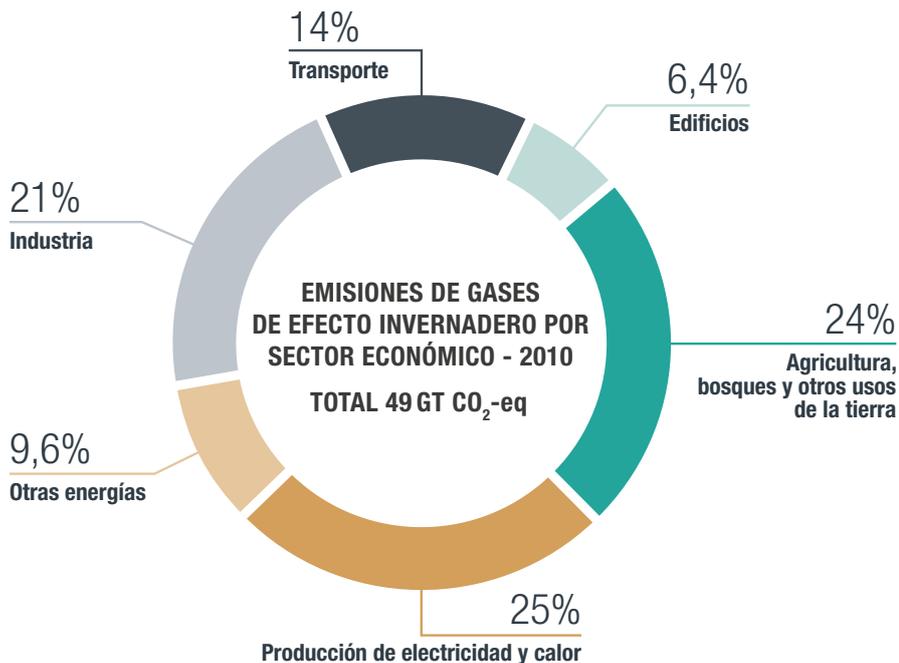
- ➔ ¿Cómo puedes explicar el calentamiento global reciente?
- ➔ ¿Cuáles son los gases que más contribuyen a las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero?
- ➔ ¿Cuáles son las actividades humanas que más contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero?

Un gas de efecto invernadero es un gas atmosférico que actúa como una “manta”, impidiendo que el calor de la Tierra se escape al espacio y reteniéndolo en la atmósfera. Durante el último siglo, las actividades humanas han añadido cada vez más gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que ha dado lugar a una cubierta más espesa y ha provocado un aumento de la temperatura.

El siguiente gráfico presenta los diferentes gases de efecto invernadero que se emitieron como consecuencia de las actividades humanas en 2016.



Fuente: adaptado de <https://ourworldindata.org/uploads/2020/08/Global-GHG-Emissions-by-gas.png> (datos procedentes del WRI, 2016).



Fuente: adaptado del Quinto Informe de Evaluación de IPCC - Grupo de trabajo 3.

## LECCIÓN A3

# EL EFECTO INVERNADERO Y LAS ACTIVIDADES HUMANAS

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 5-10 min
- ~ Actividad: 1 h

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Esta actividad<sup>1</sup> explora el origen tanto natural como antropogénico de los gases de efecto invernadero, así como sus efectos en el clima de la Tierra. Los alumnos hacen una presentación sobre esos gases.

También aprenden que:

- ~ El calentamiento global puede explicarse por un aumento de la concentración de gases de efecto invernadero.
- ~ El efecto invernadero se debe a la presencia de estos gases atmosféricos.
- ~ Los gases de efecto invernadero son generados por diversas actividades humanas.

### PALABRAS CLAVE

Efecto invernadero, gases de efecto invernadero, emisiones antropogénicas

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Juego de cartas, análisis de documentos



## INTRODUCCIÓN 10 MIN

Después de las actividades A1 y/o A2, pida a sus alumnos que expliquen el aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra (deberían hacer referencia al exceso de gases de efecto invernadero). Pregúnteles después si conocen los nombres de los gases responsables de ese aumento. Anote sus respuestas. *¿Cómo saben si su lista es correcta o está completa? ¿Cómo saben de dónde proceden esos gases?* Los alumnos deberían proponer realizar un análisis de documentos.

## PROCEDIMIENTO 40 MIN

1. Divida la clase en 6 grupos y pida a cada uno que elija un líder.
2. Sosteniendo en la mano los 6 pares de cartas (**HOJA DE TRABAJO A3.1**) para que los alumnos no puedan verlas, pida a los líderes de grupo que se acerquen y elijan un par de cartas. Explíqueles que deben recordar para sí mismos el nombre del gas que viene en sus cartas sin decirlo en voz alta.
3. Explique a los grupos que tienen 10 minutos para elaborar una presentación de 1-2 minutos en la que expliquen al resto de la clase el lado bueno y el lado malo del gas de efecto invernadero que les ha tocado. Pueden utilizar la forma de expresión que quieran para analizar los aspectos principales: pueden utilizar objetos, actuar, presentar, bailar, etc. Lo único que no pueden hacer es leer directamente lo que pone en la tarjeta.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Durante la presentación de cada grupo puede ser buena idea hacer rápidos sondeos a los demás alumnos para fomentar la participación: *“¿De qué gas estamos hablando? / ¿De dónde procede? / ¿Por qué es un problema?”*.

## PREPARACIÓN 5-10 MIN

### MATERIAL

- **HOJA DE TRABAJO A3.1** (una copia para toda la clase). Cada gas de efecto invernadero tiene un “lado bueno” y un “lado malo”. Ambos lados se pueden recortar y grapar juntos (juntando un total de 6 pares), incluso, se pueden plastificar si se quieren reutilizar.
- 7 hojas grandes de papel para distribuir a cada grupo en caso necesario.
- Opcional: **HOJA DE TRABAJO A3.2** (una copia para cada grupo). Véase la pregunta 5 más abajo.

<sup>1</sup> Esta actividad está inspirada en el recurso sobre cambio climático para profesores de Nueva Zelanda elaborado por Future Curious Limited y consultable [aquí](#). La OCE desea agradecer calurosamente a los autores por haber aportado este recurso.

4. Al final de cada presentación, deben preguntar al resto de grupos qué conocimientos clave han adquirido sobre su gas de efecto invernadero. Se pueden tomar notas en una hoja grande de papel para poder consultarlas cuando sea necesario.

5. Si usted o sus alumnos quieren profundizar en este tema, reparta la **HOJA DE TRABAJO A3.2** para una mayor profundización en datos científicos.

## CONCLUSIÓN 10 MIN

Vuelva a las preguntas introductorias y pregunte a los alumnos qué han entendido sobre el papel de los gases de efecto invernadero. También puede debatir sobre la responsabilidad de cada uno de nosotros con respecto a las emisiones y al cambio climático, haciendo hincapié en la relación de todo ello con el uso de la tierra.

## AMPLIACIÓN OPCIONAL “BUILD YOUR OWN EARTH” (CONSTRUYE TU PROPIA TIERRA) 1 H

Par ampliar esta actividad, los alumnos pueden utilizar el software en línea “Build your own Earth” (<http://www.buildyourownearth.com>), que les permitirá conocer diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y sus efectos en el clima y el sistema terrestre (atmósfera, hielo, tierra y océanos). Si trabaja con alumnos de secundaria, puede utilizar el software C-ROADS (<https://www.climateinteractive.org/tools/c-roads/>) o el En-ROADS (<https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/>).

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

### LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

La **Revolución Industrial** trajo consigo cambios sin precedentes que afectaron a todos los sectores de la sociedad humana y dieron lugar a un aumento del nivel de vida (especialmente en Europa y Norteamérica). Estos cambios se produjeron a la par de un considerable aumento de la población. El uso cada vez mayor de combustibles fósiles como fuente de energía, junto con el rápido crecimiento demográfico, han conducido a la explotación de recursos naturales (combustibles fósiles, por ejemplo) que hoy conocemos y, por ende, a la emisión de **gases de efecto invernadero**. Cualquier combustible produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que se libera a la atmósfera. Las actividades humanas también producen otros

gases de efecto invernadero, como el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Cada gas de efecto invernadero tiene un Potencial de Calentamiento Global (PCG) diferente. Este PCG es útil para calcular la cantidad de radiación que absorberán las emisiones de ese gas durante un determinado período de tiempo en comparación con la cantidad de radiación que una tonelada de CO<sub>2</sub> podría absorber durante el mismo período (generalmente de más de 100 años).

Para más información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y sus PCG, véase la [pág. 259](#) de la sección “Resumen científico”.



National Aeronautics and Space Administration

### CLOROFLUOROCARBONOS

climatekids.nasa.gov

**CFC**

Los gases fluorados no existen en la naturaleza. Dañan la capa protectora de ozono y son potentes gases de efecto invernadero.

### CLOROFLUOROCARBONOS

**CFC**

Probablemente, no deberían haberme inventado.

National Aeronautics and Space Administration

### ÓXIDO NITROSO

climatekids.nasa.gov

**N2O**

El óxido nitroso es un componente natural del ciclo del nitrógeno. Lo producen las bacterias del suelo y del océano.

### ÓXIDO NITROSO

**N2O**

El óxido nitroso es liberado por algunas fábricas y centrales eléctricas y por los fertilizantes de plantas. Daña la capa protectora de ozono y es un potente gas de efecto invernadero.

National Aeronautics and Space Administration

### OZONE

climatekids.nasa.gov

**O3**

En la atmósfera superior, donde vuelan los aviones, la capa de ozono bloquea los rayos UV, protegiéndonos de sus potentes radiaciones.

### OZONE

**O3**

Cerca del suelo, el ozono se comporta como un gas de efecto invernadero. Puede formarse a través de la combustión de recursos fósiles en vehículos y fábricas.

Fuente: Estas tarjetas se han sacado de la página web "Climate Kids" de la NASA: <https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-cards/>



National Aeronautics and Space Administration 

## METANO



climatekids.nasa.gov

**CH<sub>4</sub>**

El metano, compuesto por carbono e hidrógeno, es un gas que se libera naturalmente en las zonas húmedas, los cultivos de arroz y la cría de ganado y durante el uso de gas natural y la extracción de carbón.



## METANO



**CH<sub>4</sub>**

Captura mucho calor. De todos los gases de efecto invernadero, los científicos lo consideran como el segundo gas que más contribuye al calentamiento global causado por el hombre.



National Aeronautics and Space Administration 

## DIÓXIDO DE CARBONO



climatekids.nasa.gov

**CO<sub>2</sub>**

Compuesto por carbono y oxígeno, el CO<sub>2</sub> está a nuestro alrededor de forma natural. Proviene de los organismos vivos y en descomposición y también de los volcanes.



## DIÓXIDO DE CARBONO



**CO<sub>2</sub>**

El CO<sub>2</sub> se libera al quemar combustibles fósiles como el carbón y el petróleo. Es el gas que más contribuye al calentamiento global causado por el hombre.



National Aeronautics and Space Administration 

## VAPOR DE AGUA



climatekids.nasa.gov

**H<sub>2</sub>O**

Es el agua en forma gaseosa, como el vapor que sale de una olla hirviendo o el agua que se evapora de un lago. Forma nubes y vuelve a la Tierra en forma de lluvia. Esto tiene un efecto temporal de enfriamiento.



## VAPOR DE AGUA



**H<sub>2</sub>O**

El vapor de agua impide que el calor se escape, por lo que hace cada vez más calor y eso causa una mayor evaporación. Una vez iniciado el fenómeno, se produce cada vez con más facilidad.



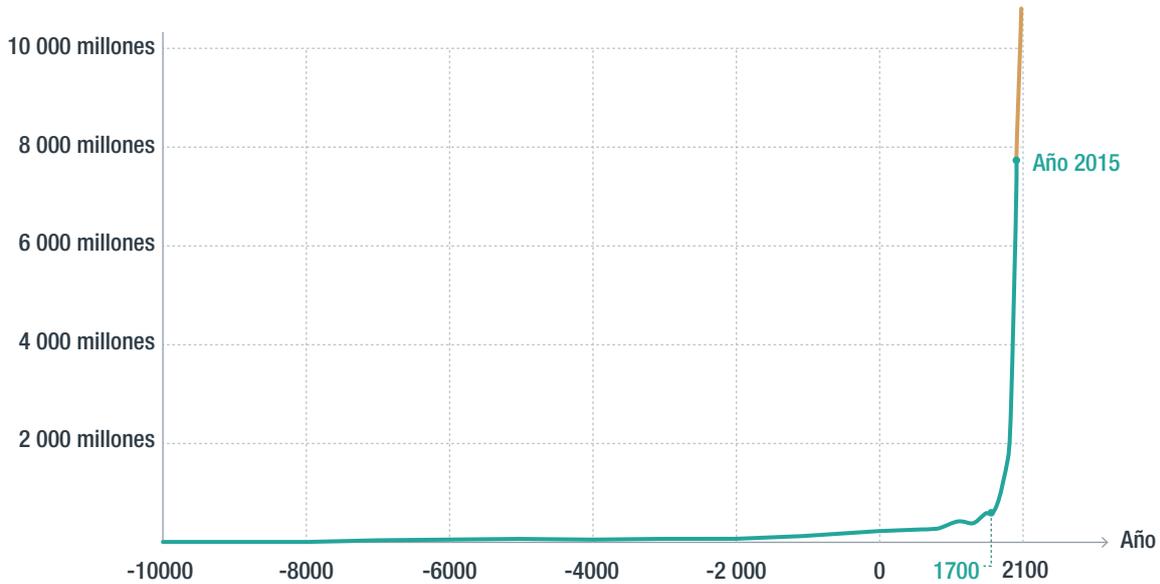
Fuente: Estas tarjetas se han sacado de la página web "Climate Kids" de la NASA: <https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-cards/>.



El progreso técnico registrado desde la Revolución Industrial no solo está vinculado con la máquina de vapor, sino también con cambios científicos, tecnológicos, económicos y políticos sin precedentes que han repercutido en todos los sectores de la sociedad. En conjunto, estos avances han contribuido a un aumento sin precedentes de la población mundial. A su vez, el crecimiento de la población y el aumento del consumo de energía han provocado un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Observe las dos figuras de abajo y responda a las siguientes preguntas:

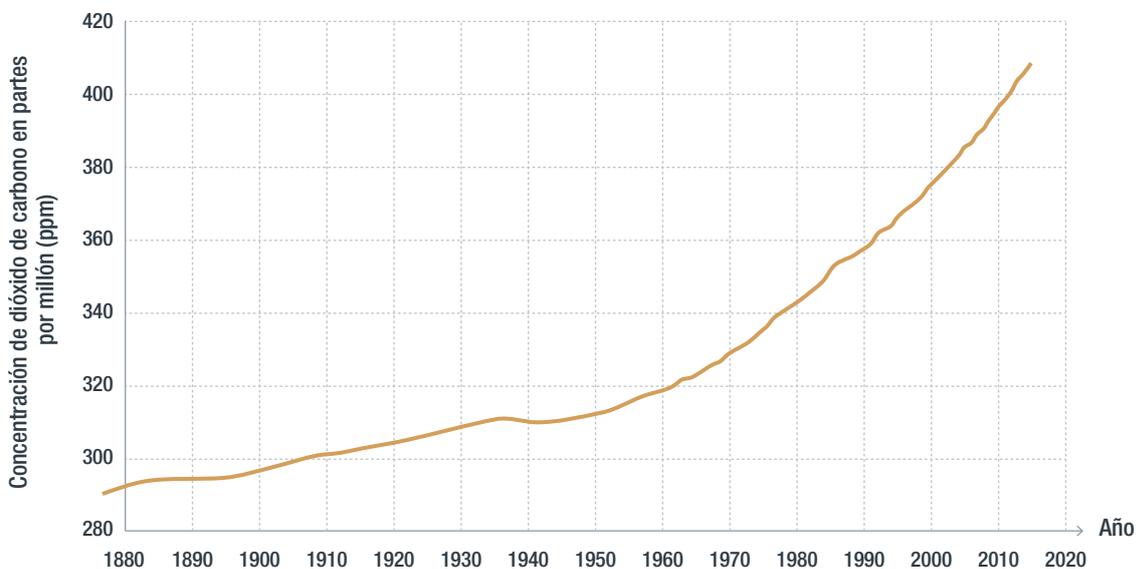
- ➔ ¿Cómo ha cambiado la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera desde la Revolución Industrial?
- ➔ Nombre dos factores que puedan explicar esta evolución.

### POBLACIÓN MUNDIAL EN LOS ÚLTIMOS 12 000 AÑOS Y PROYECCIONES DE LA ONU HASTA 2100



Fuente: <https://ourworldindata.org/world-population-growth#population-growth>

### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MEDIA ANUAL DE CO<sub>2</sub> EN PPM



Fuente: NOAA – Laboratorio de Investigación del Sistema de la Tierra, Departamento de Vigilancia Global: <https://www.climate.gov/media/13560>

## LECCIÓN A4

# EL CICLO DEL CARBONO: LA TIERRA COMO PARTE DEL SISTEMA CLIMÁTICO

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física, química

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 15 min
- ~ Actividad: 1 h 15

### RANGO DE EDAD

12-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A través de un juego de mesa sobre el ciclo del carbono, los alumnos aprenderán que:

- ~ El carbono circula en un ciclo que se ve perturbado por las actividades humanas.
- ~ El suelo es un importante depósito de carbono.
- ~ Los combustibles fósiles son importantes reservas subterráneas de carbono.
- ~ La formación de estos recursos fósiles llevó mucho tiempo (varios millones de años).
- ~ El uso de recursos fósiles libera a la atmósfera el CO<sub>2</sub> que antes estaba almacenado en el suelo.
- ~ Mediante la fotosíntesis, las plantas capturan el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y lo almacenan como materia orgánica.
- ~ La vegetación terrestre libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera mediante la fermentación, la respiración y la descomposición de la materia orgánica.
- ~ La vegetación y la tierra desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono.

### PALABRAS CLAVE

Carbono, CO<sub>2</sub>, fotosíntesis, biosfera, respiración, erosión, combustión, sedimentación, desgasificación, disolución

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Juego de mesa y/o animación multimedia



### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Las fichas deben ser lo suficientemente ligeras y pequeñas como para poder moverlas fácilmente por el tablero. Se pueden elegir diferentes tamaños y formas para representar 5 y 10 átomos de carbono y las más pequeñas para representar 1 átomo de carbono.

Por ejemplo:



- **HOJA DE TRABAJO A4.1.**
- Tablero de juego: **HOJA DE TRABAJO A4.2** (uno por cada grupo), preferiblemente en una hoja de formato A3. Se puede plastificar para reutilizarlo.
- **HOJA DE TRABAJO A4.2** también puede imprimirse en un formato pequeño (2 copias en una página) para utilizarla a modo de esquema-resumen en la conclusión.
- Cartas del juego del ciclo del carbono (un lote por grupo): **HOJAS DE TRABAJO A4.3** y **A4.4**. **Nota:** La **HOJA DE TRABAJO A4.4 solo es necesaria en la segunda parte de la sesión.**
- Opcional: Computadoras/tabletas (al menos una para cada pareja de alumnos) para utilizar el recurso multimedia “El ciclo del carbono”.



## PREPARACIÓN 15 MIN

### MATERIAL

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta actividad puede realizarse utilizando la animación multimedia o el juego de cartas de rol, o ambos.

- 69 fichas de plástico que representen el carbono, o pequeños trozos de cartón recortado (un juego para cada grupo de 5 alumnos).
- Un pequeño trozo de papel en forma de triángulo (0,5 cm de lado) que se utilizará a modo de cursor o flecha para indicar la temperatura (uno para cada grupo).

### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

1. Reúna 69 fichas para cada grupo.
2. Imprima la **HOJA DE TRABAJO A4.2**, preferiblemente en una hoja A3 (se utilizará como tablero del juego).
3. Imprima **HOJA DE TRABAJO A4.2** en formato pequeño (una por alumno).
4. Imprima **HOJAS DE TRABAJO A4.3** and **A4.4**. Se pueden imprimir a doble cara. Le recomendamos que las plastifique si quiere reutilizarlas. Ponga aparte las tarjetas de la **HOJA DE TRABAJO A4.4** (se utilizarán en la segunda parte) y baraje las demás.
5. Divida a los alumnos equitativamente en grupos de 5 o 6. Cada grupo tendrá su propio tablero, juego de cartas y fichas.

## INTRODUCCIÓN 15 MIN

Antes de empezar esta actividad, pida a sus alumnos que recapitulen lo que aprendieron en la lección anterior: las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero son las responsables del cambio climático y las emisiones globales de CO<sub>2</sub> han aumentado desde la Revolución Industrial (puede utilizar el segundo gráfico de la **HOJA DE TRABAJO A3.2**).

Inicie un debate en el aula:

- ¿Cómo creen que evolucionará esta situación en las próximas décadas? (es probable que aumenten las emisiones de dióxido de carbono).
- ¿Cómo creen que se podría limitar ese aumento?
- ¿Conocen algún proceso natural que forme parte o influya en el ciclo del carbono? Anote las respuestas en la pizarra.

Para saber más sobre estos procesos, los alumnos tendrán que investigar y averiguar dónde se encuentra el carbono en la Tierra. Esto lleva a la necesidad de estudiar el ciclo del carbono para entender cómo se mueven los flujos de carbono de un lugar a otro de la Tierra y cómo el carbono no desaparece, sino que se intercambia entre los distintos lugares de almacenamiento. Para ello, explique a los alumnos que van a jugar a un juego de mesa sobre el ciclo del carbono.

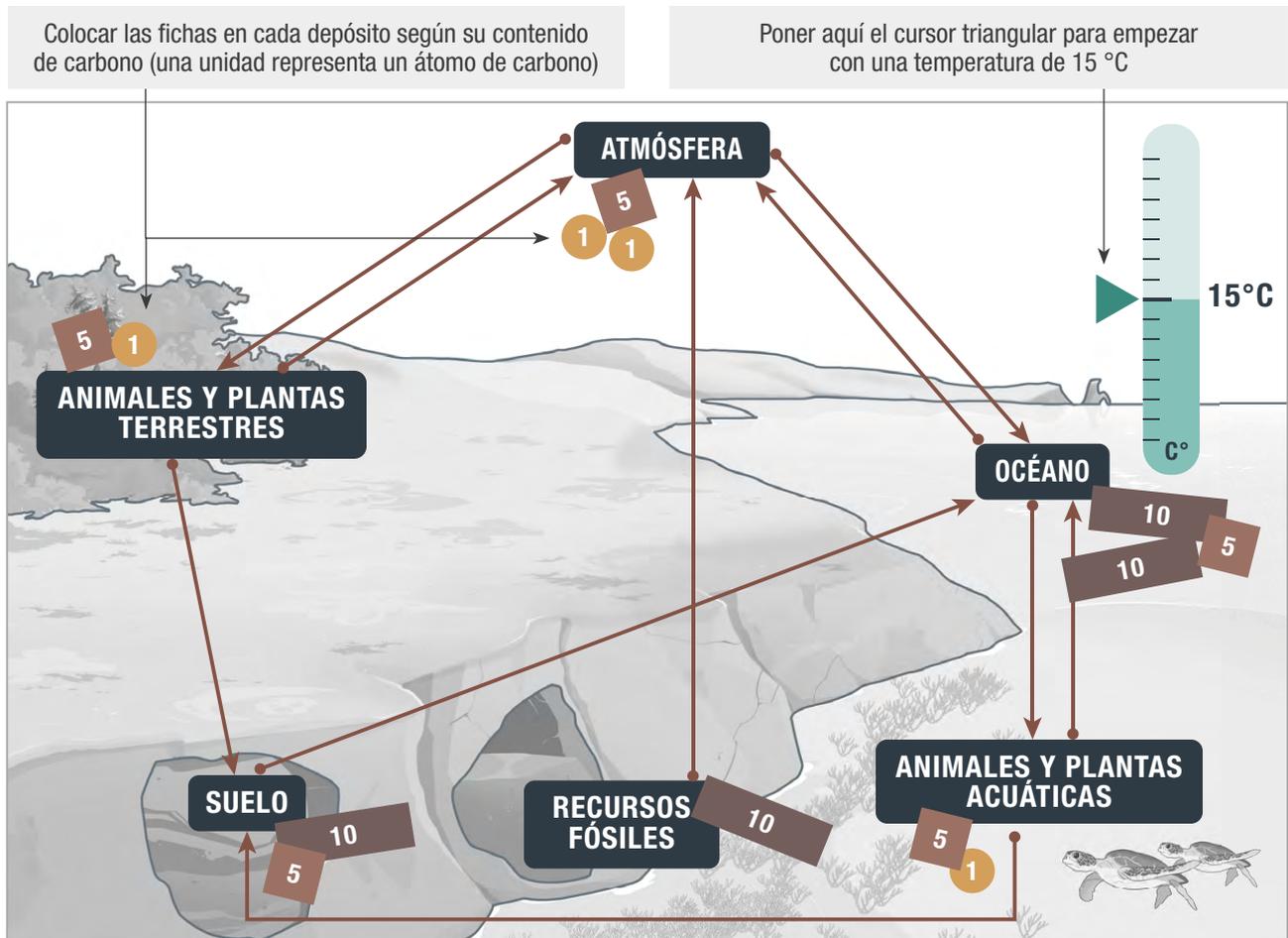
Hable de cómo el carbono es un elemento común en la Tierra. Pida a los alumnos que nombren objetos o seres vivos que puedan observar en su vida cotidiana y que, según ellos, contienen carbono. Haga una lista en la pizarra.

Explique que el carbono que contienen esos elementos no se queda ahí para siempre. Los átomos de carbono se mueven de un lugar a otro en lo que se denomina ciclo del carbono. Algunos procesos tienen lugar muy rápidamente, por ejemplo, cuando las plantas toman el dióxido de carbono de la atmósfera para la fotosíntesis. En cambio, otros intercambios ocurren muy lentamente, como la transformación de la materia orgánica que contiene carbono en recursos fósiles.

## PROCEDIMIENTO 50 MIN

### PARTE 1: EL CICLO NATURAL DEL CARBONO 30 MIN

1. Explique a sus alumnos que las fichas representan el carbono que puede encontrarse en la Tierra y que este carbono se almacena en lo que llamamos “depósitos” (o “reservorios”). Hay 6 grandes depósitos en el planeta: la atmósfera, el océano, los organismos acuáticos, los organismos terrestres, el suelo y los recursos fósiles. Escriba estas palabras en la pizarra.



El juego de mesa en el punto de partida

2. Divida a los alumnos en grupos homogéneos. Entregue a cada grupo una pizarra (**HOJA DE TRABAJO A4.2**), un lote de fichas y el cursor triangular que deberán colocar en el centro del termómetro para comenzar con una temperatura de 15 °C (ver el diagrama anterior).

3. Muéstrelas la tabla de la **HOJA DE TRABAJO A4.1**: los alumnos tendrán que colocar el número correcto de fichas en cada depósito. Explique que los depósitos en tierra son variados y contienen mucho carbono.

4. Explique que tienen que hacer que su carbono se mueva, imitando los fenómenos que se producen en la naturaleza. Distribuya las tarjetas “Ciclo natural” (solo la **HOJAS DE TRABAJO A4.3**). Tendrán que voltear una tarjeta cada vez y mover una ficha según el movimiento descrito en la tarjeta. Cada vez que añadan una ficha a la atmósfera tendrán que aumentar la temperatura utilizando el cursor triangular y cada vez que quiten una ficha de la atmósfera, deberán hacer que la temperatura disminuya.

5. Una vez que ya no haya tarjetas en el montón, pregunte: *¿Cuántas fichas quedan ahora en cada depósito? ¿Hay tantas como al principio? ¿Cómo ha cambiado la temperatura? ¿Cómo pueden explicarlo?* Al final del juego debe haber el mismo número de fichas que al principio, ya que los alumnos solo pueden mover las fichas, no eliminarlas. Explique que, de esa forma, **el ciclo está perfectamente equilibrado**, que el carbono simplemente se desplaza de un depósito a otro, pero nunca desaparece, y que ciertos procesos permiten “extraer” carbono de la atmósfera. Esta es la razón por la que la temperatura sigue siendo de 15 °C al final del ciclo natural.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

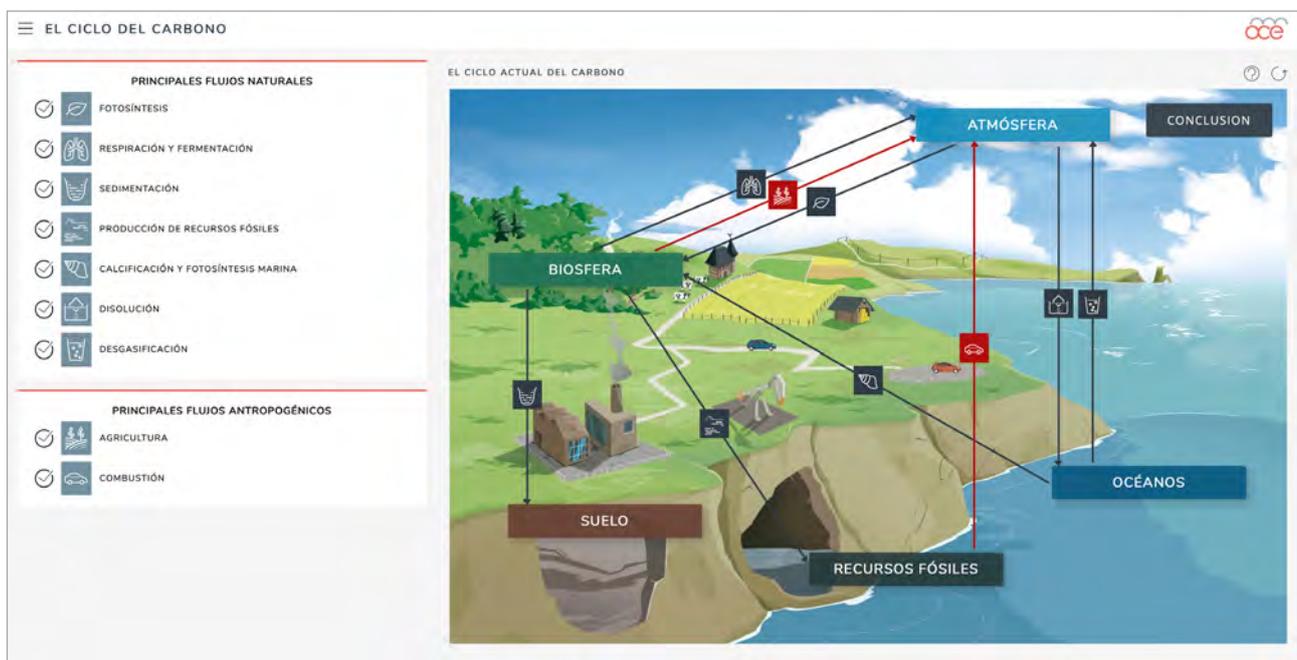
Para los alumnos más avanzados, también se puede hablar de la velocidad de estos procesos, representada aquí por el número de tarjetas: por ejemplo, el movimiento del carbono asociado a la fotosíntesis o a la respiración es mucho más rápido que el de la sedimentación (hay más tarjetas para aquellos).

## PARTE 2: EL IMPACTO DEL SER HUMANO EN EL CICLO DEL CARBONO 20 MIN

6. Explique a sus alumnos que acaban de completar el ciclo del carbono **sin intervención humana**, pero que los seres humanos pueden influir considerablemente en este ciclo a través de algunas de sus actividades.

7. Reparta la baraja de cartas de “actividades humanas” (**HOJAS DE TRABAJO A4.4**) y pida a los alumnos que mezclen las dos barajas. El juego vuelve a empezar con las mismas reglas que antes y moviendo el deslizador de temperatura. Esta vez, los alumnos deben prestar especial atención a lo que ocurre en términos de movimientos de carbono cuando se sacan las cartas de “actividades humanas”.

8. Una vez que el montón de cartas esté vacío, pídale que se fijen en el contenido de carbono de cada depósito y en el cambio de temperatura: *¿Cómo se explican estos resultados? ¿Por qué la temperatura es más alta esta vez? ¿Cómo se podría limitar este aumento?* Las actividades humanas han incrementado la cantidad de carbono en la atmósfera, que antes se almacenaba en los recursos fósiles: esto ha provocado el aumento de la temperatura.



Captura de pantalla de la animación multimedia “El ciclo del carbono”

## CONCLUSIÓN 10 MIN

Organice un debate con toda la clase para recapitular lo aprendido en la actividad anterior, utilizando la **HOJA DE TRABAJO A4.2** (pequeño formato) como plantilla. Trabaje con sus alumnos para dibujar flechas que muestren todos los flujos de carbono estudiados. Pueden marcar el impacto de las actividades humanas con un color diferente. Explique que los seres humanos no han añadido más carbono en la Tierra, sino que este carbono se mueve más rápido de lo que lo haría sin la intervención humana y que esto tiene consecuencias para el clima del planeta.

Anime a los alumnos a dar explicaciones (más o menos complejas, según el nivel) sobre los procesos que hay detrás de cada una de las flechas. Destaque el hecho de que muchas actividades

humanas repercuten en el ciclo aumentando el movimiento de carbono hacia la atmósfera. No obstante, es posible tomar medidas y actuar para capturar ese carbono atmosférico, por ejemplo, mediante la reforestación.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Es posible que haya notado una ligera diferencia entre el ciclo del carbono en el tablero de juego y el de la animación multimedia. Hemos optado por no representar el flujo entre la biosfera y los “recursos fósiles” (“producción de recursos fósiles”) en nuestro tablero de juego, debido a la enorme escala temporal de este fenómeno, que se produce a lo largo de varios millones de años. Así pues, no hemos considerado pertinente representar este flujo en el juego.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR <sup>1</sup>

El carbono está presente tanto en los seres vivos del planeta como en ciertos gases atmosféricos, el agua y las rocas. Los átomos de carbono suelen combinarse con otros átomos para formar moléculas como el dióxido de carbono, los azúcares y el metano.

El carbono pasa de un depósito a otro en un proceso continuo conocido como **ciclo del carbono**. Este ciclo del carbono está influido por procesos vitales esenciales como la fotosíntesis y la respiración, contribuye a la formación de combustibles fósiles y **afecta al clima de la Tierra**. Para más detalles sobre el ciclo del carbono, véase la **pág. 10** de la sección “Resumen científico”.

### EL CICLO DEL CARBONO ES RÁPIDO Y LENTO A LA VEZ

En general, el **ciclo del carbono a corto plazo** engloba la fotosíntesis, la respiración y la transferencia de carbono entre depredadores y presas. El **ciclo del carbono a largo plazo** implica más procesos litosféricos, como la meteorización y la erosión de las rocas que contienen carbono, la acumulación de material vegetal y animal rico

en carbono en los sedimentos y el lento movimiento de estos sedimentos a través del ciclo de las rocas. A pesar de la diversidad de los procesos implicados, **el ciclo natural del carbono está equilibrado**.

**EL IMPACTO HUMANO EN EL CICLO DEL CARBONO**  
Existen fluctuaciones naturales en el ciclo del carbono, pero los seres humanos han alterado los flujos de carbono en la Tierra a un ritmo antinatural. Los principales cambios inducidos por el hombre han provocado **un aumento del dióxido de carbono en la atmósfera y un desequilibrio en el ciclo del carbono**.

La principal fuente de este cambio es la **quema de combustibles fósiles**, aunque otras actividades como la **deforestación y la fabricación de cemento** también han contribuido a este cambio en el ciclo del carbono. Comprender el ciclo del carbono es especialmente importante en este momento de la historia de la humanidad, debido a los drásticos cambios que estamos introduciendo en él.

<sup>1</sup> Esta información de referencia está inspirada en el juego de rol “Carbon Cycle Roleplay” de Calacademy <https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/carbon-cycle-role-play>



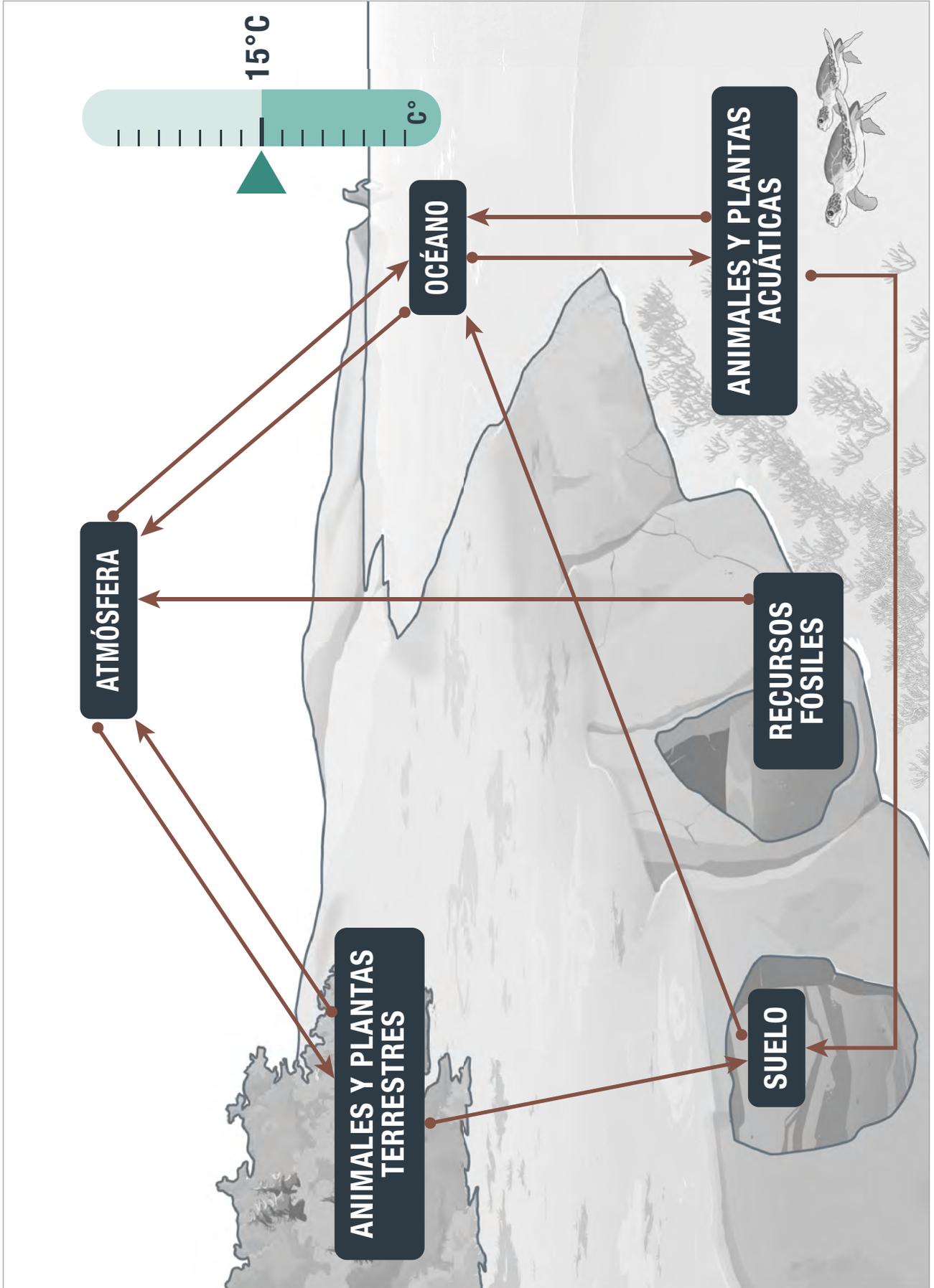
## HOJA DE TRABAJO A4.1

**TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS FICHAS DE CARBONO EN LOS DEPÓSITOS EN FUNCIÓN DE LAS RESERVAS**

DEPÓSITO	RESERVAS (GIGATONELADAS DE CARBONO)	NÚMERO DE FICHAS QUE DEBEN COLOCARSE EN EL TABLERO
Océano	38 700	25
Atmósfera	829	7
Biosfera: animales y plantas oceánicas	aprox. 400	6
Biosfera: animales y plantas terrestres	aprox. 200	6
Suelo, rocas y sedimentos	3 750	15
Combustibles fósiles	1 000-2 000	10

El número de fichas es aproximado: no puede representar con exactitud las reservas de carbono, ya que, por ejemplo, las reservas del océano son 10 veces superiores a las del suelo.

Las estimaciones de las diferentes reservas proceden de los informes del IPCC.





### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### FOTOSÍNTESIS TERRESTRE

Con la luz, a través de la fotosíntesis, las plantas producen su materia orgánica y crecen absorbiendo dióxido de carbono de la atmósfera y tomando agua a través de sus raíces.

CICLO NATURAL



### SEDIMENTACIÓN CONTINENTAL

La sedimentación continental es la acumulación de restos minerales, vegetales o animales en la superficie terrestre. El carbono de estos organismos muertos se almacena luego en el suelo.

CICLO NATURAL



### SEDIMENTACIÓN OCEÁNICA

La sedimentación oceánica es la acumulación de restos minerales, vegetales o animales en el fondo de los océanos. El carbono de estos organismos muertos se almacena luego en el suelo.

CICLO NATURAL





**EROSIÓN**

Las rocas del suelo están permanentemente expuestas al viento, la lluvia o las heladas. Se rompen en trozos más pequeños, ricos en carbono, que luego son transportados por los ríos hasta el océano. Esto se llama erosión.

CICLO NATURAL



**EROSIÓN**

Las rocas del suelo están permanentemente expuestas al viento, la lluvia o las heladas. Se rompen en trozos más pequeños, ricos en carbono, que luego son transportados por los ríos hasta el océano. Esto se llama erosión.

CICLO NATURAL



**RESPIRACIÓN, FERMENTACIÓN, DESCOMPOSICIÓN**

Muchos seres vivos liberan dióxido de carbono cuando respiran o fermentan —lo que les permite producir energía— y cuando se descomponen. Este dióxido de carbono pasa luego al océano o a la atmósfera.

CICLO NATURAL



**RESPIRACIÓN, FERMENTACIÓN, DESCOMPOSICIÓN**

Muchos seres vivos liberan dióxido de carbono cuando respiran o fermentan —lo que les permite producir energía— y cuando se descomponen. Este dióxido de carbono pasa luego al océano o a la atmósfera.

CICLO NATURAL



**RESPIRACIÓN, FERMENTACIÓN, DESCOMPOSICIÓN**

Muchos seres vivos liberan dióxido de carbono cuando respiran o fermentan —lo que les permite producir energía— y cuando se descomponen. Este dióxido de carbono pasa luego al océano o a la atmósfera.

CICLO NATURAL



**RESPIRACIÓN, FERMENTACIÓN, DESCOMPOSICIÓN**

Muchos seres vivos liberan dióxido de carbono cuando respiran o fermentan —lo que les permite producir energía— y cuando se descomponen. Este dióxido de carbono pasa luego al océano o a la atmósfera.

CICLO NATURAL



**RESPIRACIÓN, FERMENTACIÓN, DESCOMPOSICIÓN**

Muchos seres vivos liberan dióxido de carbono cuando respiran o fermentan —lo que les permite producir energía— y cuando se descomponen. Este dióxido de carbono pasa luego al océano o a la atmósfera.

CICLO NATURAL



**DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO**

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

CICLO NATURAL



**DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO**

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

CICLO NATURAL





### DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

CICLO NATURAL



### DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

CICLO NATURAL



### DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

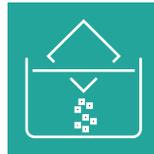
CICLO NATURAL



### DESGASIFICACIÓN DEL OCEANO

El océano libera dióxido de carbono a la atmósfera cuando se calienta: esto se llama desgasificación.

CICLO NATURAL



### DISOLUCIÓN

El dióxido de carbono de la atmósfera se disuelve en el agua, más fácilmente en las zonas frías del océano.

CICLO NATURAL



### DISOLUCIÓN

El dióxido de carbono de la atmósfera se disuelve en el agua, más fácilmente en las zonas frías del océano.

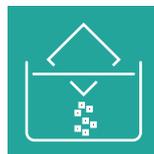
CICLO NATURAL



### DISOLUCIÓN

El dióxido de carbono de la atmósfera se disuelve en el agua, más fácilmente en las zonas frías del océano.

CICLO NATURAL



### DISOLUCIÓN

El dióxido de carbono de la atmósfera se disuelve en el agua, más fácilmente en las zonas frías del océano.

CICLO NATURAL

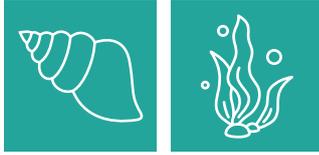


### DISOLUCIÓN

El dióxido de carbono de la atmósfera se disuelve en el agua, más fácilmente en las zonas frías del océano.

CICLO NATURAL

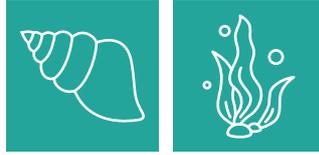




### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

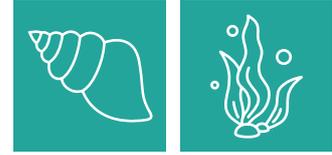
CICLO NATURAL



### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

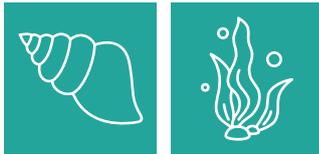
CICLO NATURAL



### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

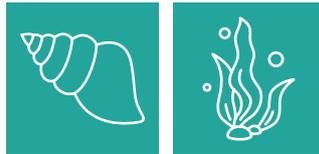
CICLO NATURAL



### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

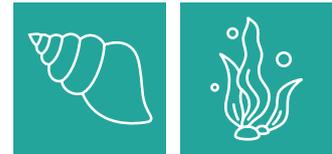
CICLO NATURAL



### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

CICLO NATURAL



### CALCIFICACIÓN Y FOTOSÍNTESIS OCEÁNICA

Algunos organismos forman conchas utilizando el dióxido de carbono presente en el agua. Este dióxido de carbono también es consumido por las especies acuáticas que realizan la fotosíntesis cuando están expuestas a la luz.

CICLO NATURAL





## DEFORESTACIÓN

La deforestación se produce cuando el ser humano corta árboles para utilizar la madera, o bien los quema para plantar cultivos. La combustión provoca la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

ACTIVIDADES HUMANAS



## REFORESTACIÓN

La reforestación consiste en replantar árboles allí donde han sido talados. Los nuevos árboles capturan dióxido de carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis.

ACTIVIDADES HUMANAS



## INDUSTRIAS

Las industrias que fabrican nuestros objetos de uso cotidiano liberan a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono, al quemar recursos fósiles (carbón, petróleo).

ACTIVIDADES HUMANAS



## TRANSPORTE

El sector del transporte (camiones, carros, barcos, aviones) consume recursos fósiles (petróleo) mediante la combustión. El dióxido de carbono producido se libera a la atmósfera.

ACTIVIDADES HUMANAS



## AGRICULTURA

La agricultura necesita recursos fósiles (carbón, petróleo, gas) para producir nuestros alimentos. El ganado, especialmente el vacuno, también produce grandes cantidades de gas metano. Esto añade carbono a la atmósfera.

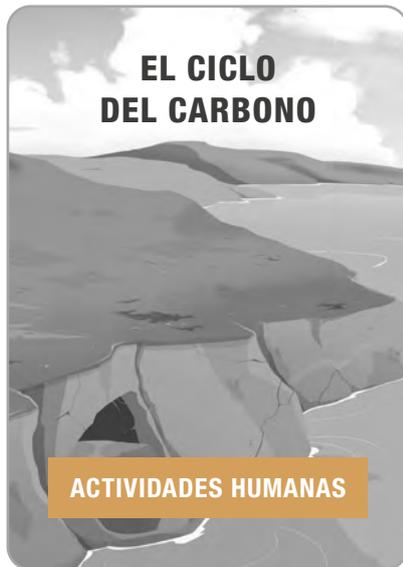
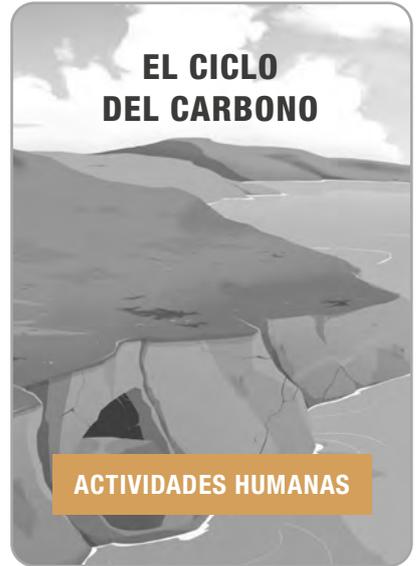
ACTIVIDADES HUMANAS



## ENERGÍA

Para producir electricidad, muchas de las centrales de la Tierra utilizan combustibles fósiles. Cuando se queman, el dióxido de carbono generado es liberado a la atmósfera.

ACTIVIDADES HUMANAS



## LECCIÓN A5

# CONOCER MÁS SOBRE LOS FLUJOS DEL CICLO DEL CARBONO: FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física, química

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 30 min
- ~ Actividad: 1 h (+ unas pocas horas para que el experimento funcione)

### RANGO DE EDAD

12-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Después de introducir el ciclo del carbono en la lección anterior, en esta actividad ilustramos, a través de experimentos, cómo el carbón pasa de un depósito (plantas) a otro (atmósfera).

Los alumnos aprenderán que:

- ~ Las plantas capturan el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera mediante la fotosíntesis y lo liberan a través de la respiración.
- ~ La fotosíntesis solo se produce en presencia de luz, mientras que la respiración tiene lugar tanto en la luz como en la oscuridad.
- ~ La fotosíntesis desempeña un papel esencial en el ciclo del carbono a escala global.

### PALABRAS CLAVE

Fotosíntesis, respiración, ciclo del carbono

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Experimentación

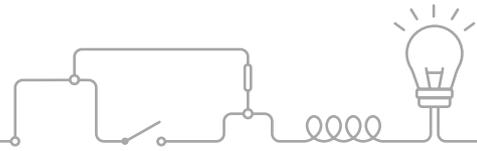
## PREPARACIÓN 30 MIN

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta lección opcional se centra en dos flujos del ciclo del carbono: la fotosíntesis y la respiración. Lo ideal es que sea la continuación de la lección anterior sobre el ciclo del carbono y pueda impartirse junto a la actividad A6, que abarca otros flujos de carbono.

### MATERIAL

- Tubos de ensayo o frascos pequeños con tapón o corcho (2 para cada grupo de 4 alumnos)
- Agua
- Agua de cal
- Lámpara o luz solar
- Pequeñas plantas acuáticas (algas, por ejemplo)



- Jugo de col morada (se utiliza para medir el pH y puede sustituirse por un medidor de pH si se dispone de él). Para más detalles, véase la información de referencia para el profesor.
- Papel de aluminio o un armario para colocar algunos de los tubos de ensayo en la oscuridad.
- Hojas grandes de papel (una por grupo)

## INTRODUCCIÓN 10 MIN

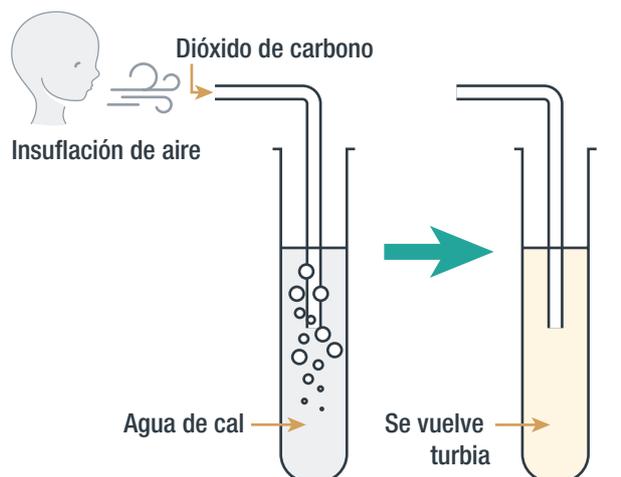
1. En la lección anterior, los alumnos aprendieron cómo se mueven los átomos de carbono entre los distintos depósitos de la Tierra. Pida a los alumnos que recapitulen lo que han aprendido sobre los depósitos de carbono y los flujos que se producen entre ellos. Organice un debate en clase sobre el movimiento del carbono entre las plantas y la atmósfera.

He aquí algunas preguntas para guiar el debate:

- ¿Cómo creen que el carbono pasa de la atmósfera a las plantas (tanto terrestres como acuáticas)?
- ¿Creen que los átomos pueden moverse también en sentido contrario? ¿Cómo, mediante qué proceso?
- ¿Qué condiciones creen que son necesarias para que las plantas tomen carbono de la atmósfera y lo liberen de nuevo a la atmósfera?

2. Escriba las respuestas de los alumnos en la pizarra. Las respuestas más comunes serán probablemente: la necesidad de luz para la fotosíntesis y de oxígeno para la respiración. Puede que los alumnos mencionen también el dióxido de carbono como el gas de intercambio.

- ¿Cómo podemos demostrar la presencia de  $\text{CO}_2$ , aunque no lo veamos? Los alumnos probablemente sugerirán que se utilice agua de cal, como se muestra en la imagen siguiente. Pida a los alumnos que soplen con una pajilla en el jugo de col morada para que puedan observar el cambio de color. En el siguiente experimento, puede que los alumnos consideren que el cambio de color se debe a una alteración en la concentración de  $\text{CO}_2$ .



### REACCIÓN ENTRE EL AGUA DE CAL Y EL DIÓXIDO DE CARBONO

Adaptado de <http://solomonsnow.weebly.com/carbon-dioxide.html>

## PROCEDIMIENTO 45 MIN

1. Una vez que los alumnos hayan comprendido la relación entre el dióxido de carbono y los cambios de color del jugo de col morada, puede dejar que realicen los experimentos. Para ello, divida la clase por la mitad (en dos grandes grupos) y luego en equipos de 4 alumnos. Los equipos de un grupo realizarán el experimento en el tubo expuesto a la luz y los equipos del otro grupo, en el tubo colocado en la oscuridad.

2. Reparta el material y dé a los alumnos algunas instrucciones:

- En uno de los frascos, ponga unas cuantas hojas o tallitos de algas y luego cierre ambos frascos.
- Vierta la misma cantidad de jugo de col morada en los 2 tubos o frascos (suficiente para que las algas queden completamente sumergidas).
- Coloque un frasco a la luz del sol y deje el otro en un lugar oscuro, según el grupo, como se muestra en la figura siguiente.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

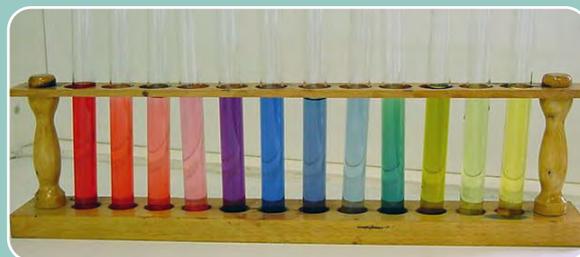
Para los experimentos propuestos en esta lección, necesitará colocar una planta acuática en un lugar oscuro unas horas antes: esto le permitirá eliminar cualquier reacción fotosintética residual y garantizar que el intercambio de gases solo está ligado a la respiración durante ese tiempo.

### PARA HACER JUGO DE REPOLLO MORADO

- Cortar la col morada en trozos pequeños, colocarlos en un recipiente e introducir en el congelador durante al menos 3 horas. Esto romperá las paredes celulares de la col morada y dará al jugo un color más intenso.
- A continuación, vierta agua hirviendo en los trozos de repollo morado. El agua se volverá de color púrpura oscuro. Colar la mezcla para obtener el jugo.

### PARA TESTEAR EL JUGO DE REPOLLO MORADO

Sople con una pajita dentro de un vaso que contenga jugo y compruebe si el color cambia de violeta oscuro a violeta rosado. Si añade **vinagre**, la solución tomará un color magenta brillante, mientras que, si se añade **bicarbonato de sodio**, se volverá azul verdoso. Debe testear previamente el jugo de col morada para asegurarse de que funciona. Funciona mejor si el jugo es fresco y no lleva demasiado tiempo almacenado (un día como máximo). Si lo guarda en el congelador, puede conservarse durante meses. Asegúrese de que el recipiente esté bien cerrado para evitar la oxidación.



Fuente: Académie de Nantes.

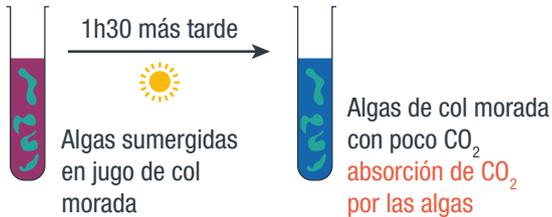
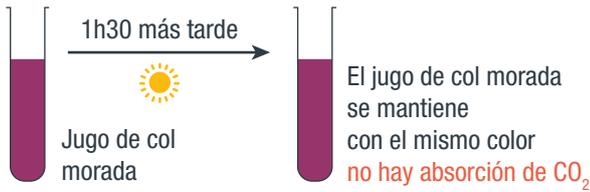
pH	2	4	6	8	10	12
Color	Rojo	Púrpura	Violeta	Azul	Azul verdoso	Amarillo verdoso

### RESULTADOS ESPERADOS DE ESTOS EXPERIMENTOS

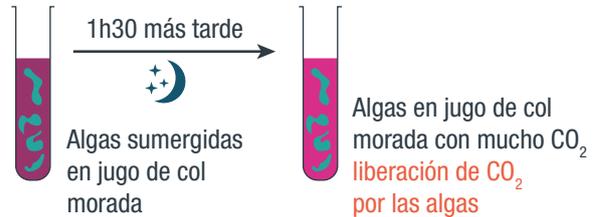
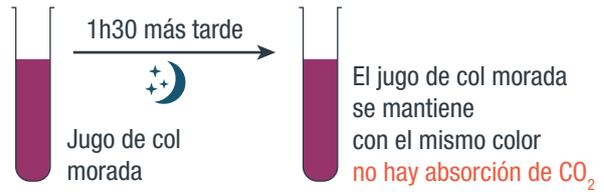
En el **frasco expuesto a la luz** podrá observarse que el color del jugo de col morada que contiene las algas se volverá **más azulado** (alcalino), lo que demuestra que el **dióxido de carbono ha sido absorbido**. Por el contrario, en el tubo ubicado **en la oscuridad**, el color del jugo de col morada que contiene las algas se volverá **violeta rosado** (ácido), lo que indica que **se ha liberado dióxido de carbono**.

En ambas condiciones, en la luz y en la oscuridad, el tubo que solo contiene el jugo de col morada (sin las algas) no cambiará de color, lo que indica que no hay ningún cambio en el pH (y, por tanto, ninguna adición o captura de dióxido de carbono).

PRIMER JUEGO DE TUBOS  LUZ SOLAR



SEGUNDO JUEGO DE TUBOS  OSCURIDAD



### EXPERIMENTO SOBRE LA FOTOSÍNTESIS Y LA RESPIRACIÓN

#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Es importante insistir en lo importante que son las condiciones de luz en estos experimentos. Si los alumnos han colocado las algas la oscuridad, verán el efecto de la respiración, mientras que, si las han puesto a la luz del sol, verán el efecto de la fotosíntesis. Los alumnos también deben tener en cuenta los debidos controles en este experimento para demostrar que el cambio de color en el jugo de col morada se debe a la presencia de las algas. Para ello, deben utilizar tubos que contengan solo jugo. Para obtener los mejores resultados posibles, **se aconseja dejar que los experimentos se desarrollen durante varias horas.**

3. Una vez montados los experimentos, pida a los alumnos que tomen fotos de los frascos y que anoten sus predicciones sobre lo que ocurrirá.

- En los frascos que solo contienen jugo de col morada, el color debe permanecer sin cambios tanto en la luz como en la oscuridad.
- En el caso de las algas colocadas a la luz del sol, el color debe cambiar a un tono más azulado, lo que demuestra que se ha consumido algo de  $\text{CO}_2$ .
- En el caso de las algas colocadas en la oscuridad, el color debe cambiar a un tono más rosado, como cuando los alumnos soplaron dentro del jugo, lo que demuestra que algo de  $\text{CO}_2$  se liberó en el agua.

4. Una vez que cada grupo haya terminado su experimento, pida a los alumnos que formen nuevos equipos de 4, formados por 2 alumnos que hayan hecho el experimento con luz y 2 que lo hayan hecho en la oscuridad, para que puedan explicarse mutuamente lo que han descubierto. Entregue a cada grupo una hoja grande de papel para que puedan

dibujar un diagrama o cartel que muestre lo que entienden sobre el movimiento del carbono durante la fotosíntesis y la respiración.

5. Después de unos minutos, vuelva a las sugerencias que hicieron al inicio de la lección sobre el movimiento del carbono entre las plantas y su entorno (las que están escritas en la pizarra) para modificarlas si es necesario.

### CONCLUSIÓN 5 MIN

Para terminar, se puede proyectar un video sobre los efectos de la fotosíntesis a escala del planeta con la idea de insistir en la importancia de este proceso (se puede utilizar [este](#)<sup>1</sup> por ejemplo). También se puede añadir que las plantas, al necesitar solo carbono mineral ( $\text{CO}_2$ ), están siempre en la base de las redes alimentarias. A continuación, puede mostrar algunos ejemplos de redes alimentarias acuáticas y terrestres, como los que están disponibles en nuestra [página web](#).



Debate con la clase entera:

- *Cómo intercambian las plantas el carbono con la atmósfera?* Si están expuestas a la luz, las plantas utilizan el dióxido de carbono de su entorno (atmosférico o acuático) para hacer la fotosíntesis; tanto con luz como en la oscuridad, las plantas respiran, lo que da lugar a la producción de dióxido de carbono.
- *¿Cómo creen que afectan estos procesos al planeta?* A escala mundial, la vegetación puede considerarse un sumidero de carbono, ya que absorbe el carbono de la atmósfera o de los océanos.

1 Fotografía secuencial: Fotosíntesis vista desde el espacio (versión del profesor), Academia de Ciencias de California, <https://www.youtube.com/watch?v=Nsmdzd2NSjQ>

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Las plantas, ya sean acuáticas o terrestres, intercambian dióxido de carbono con su entorno (agua o atmósfera) a través de dos importantes mecanismos: la **respiración** y la **fotosíntesis**. De día, las plantas utilizan la energía del sol para transformar el dióxido de carbono atmosférico en moléculas orgánicas mediante un proceso llamado **fotosíntesis**. De este modo, las plantas producen un azúcar (glucosa) que se almacena en las células bajo la forma de una molécula más grande llamada **almidón** (la misma que se encuentra, en grandes cantidades, en las patatas). Esta reacción química **necesita agua y produce oxígeno**. La fotosíntesis solo se produce en las partes verdes de las plantas, que son las únicas capaces de convertir la energía lumínica en energía química, que se almacena en forma de azúcares o carbohidratos.



Paralelamente, las plantas llevan a cabo la **respiración celular**: sus células utilizan **oxígeno y azúcares** (que producen mediante la fotosíntesis) para **extraer energía**. Esto también da lugar a la **producción de dióxido de carbono**, que se libera a la atmósfera.

**Durante el día, ambos procesos tienen lugar simultáneamente.** Pero como la fotosíntesis toma más dióxido de carbono de la atmósfera del que es liberado a través de la respiración, hay una **eliminación neta del dióxido de carbono atmosférico**.

Por el contrario, durante la noche o cuando la planta está en la oscuridad no se produce la fotosíntesis, pero sí continúa la respiración celular. El resultado es una **aportación neta de dióxido de carbono a la atmósfera**.

A escala global, la fotosíntesis es el proceso por el que la materia mineral (dióxido de carbono) se convierte en materia orgánica (azúcares), que luego es utilizada por los animales como fuente de alimento.

Algunas medidas de mitigación aprovechan este principio basado en la capacidad de las plantas para extraer el dióxido de carbono de la atmósfera y almacenarlo en sus troncos o en el suelo (véase la [lección B4, pág. 126](#), para más información sobre este tema).

La fotosíntesis es la base de cualquier red alimentaria (véase la [lección C4, pág. 183](#), para más información).

## LECCIÓN A6

# CONOCER MÁS SOBRE LOS FLUJOS DEL CICLO DEL CARBONO: COMBUSTIÓN, ENERGÍA Y ACTIVIDADES HUMANAS

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física, química

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 1 h 30

### RANGO DE EDAD

12-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Tras la introducción del ciclo del carbono, en esta lección ilustramos, a través del aprendizaje experimental, cómo el carbono pasa de un depósito (recursos fósiles y animales terrestres) a otro (atmósfera).

En ella, los alumnos aprenderán que:

- ~ las fuentes de energía pueden clasificarse en dos categorías: renovables y no renovables;
- ~ la quema de combustibles fósiles o de madera produce energía, pero libera  $\text{CO}_2$  a la atmósfera;
- ~ la fermentación que se genera en el estómago del ganado produce metano, que se libera luego a la atmósfera;
- ~ este metano puede utilizarse en lugar de los combustibles fósiles como fuente de energía barata;
- ~ los gases liberados a la atmósfera durante la combustión y la fermentación contribuyen al efecto invernadero y, por tanto, al calentamiento global.

### PALABRAS CLAVE

Carbono, metano, fermentación, energías renovables y no renovables

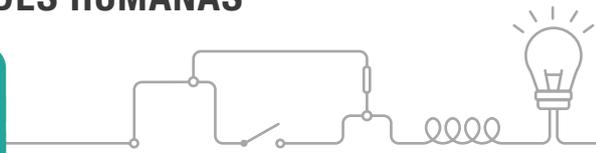
### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Experimentación, análisis de documentos

## PREPARACIÓN 10 MIN

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta lección opcional se centra en dos flujos del ciclo del carbono: la combustión y la fermentación. Lo ideal es que sea la continuación de la lección anterior sobre el ciclo del carbono y pueda impartirse junto a la actividad A5, que abarca otros flujos de carbono.



### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO A6.1 y A6.2** (se pueden mostrar a toda la clase).
- **HOJAS DE TRABAJO A6.3, A6.4 y A6.5** (una copia para cada pareja de alumnos).
- Dos pequeños frascos de cristal con tapadera, preferiblemente con un cuello para evitar que el  $\text{CO}_2$  salga demasiado rápido.
- Un pequeño trozo de carbón vegetal (bien quemado) o de madera o un corcho, lo suficientemente pequeño como para que quepa fácilmente en el frasco (intente tomar muestras del mismo peso). También puede utilizar diferentes materiales, según lo que tenga a su disposición o lo que le sugieran los alumnos (gasóleo, turba, etc.).
- Guantes ignífugos
- Un encendedor o caja de cerillas
- Alicates para sujetar el trozo de carbón o madera
- Agua de cal (para prepararla, diluya hidróxido de calcio en agua, déjelo reposar durante un rato y vierta luego la solución transparente en un nuevo recipiente, asegurándose de que el precipitado no disuelto se quede el fondo. Asegúrese de que el recipiente esté bien cerrado. Utilice la solución de agua de cal clara para su experimento).

## INTRODUCCIÓN 10 MIN

Pida a los alumnos que recapitulen lo que han aprendido en la lección anterior (A4) sobre los depósitos de carbono de la Tierra y los flujos de átomos de carbono entre ellos. Explique que esta lección se centrará en las actividades humanas que influyen en el ciclo del carbono. Para estudiar estas actividades, los alumnos tendrán que ayudar a un ganadero que cría animales y quiere reducir su impacto en el medio ambiente. En la actualidad utiliza combustibles fósiles como principal fuente de energía, pero acaba de ver los documentos de la **HOJA DE TRABAJO A6.1** y es un poco escéptico respecto a la relación entre el uso de combustibles fósiles y las emisiones de dióxido de carbono. Los alumnos tendrán que demostrarle que el uso de combustibles fósiles emite dióxido de carbono y convencerle de que utilice fuentes de energía alternativa.

## PROCEDIMIENTO 1 H 10 MIN

### PARTE 1: COMBUSTIÓN 40 MIN

A continuación sugerimos algunas preguntas clave para dirigir un debate en clase sobre el tema de la energía. Anote las respuestas de sus alumnos en la pizarra.

1. Reparta o muestra a la clase la **HOJA DE TRABAJO A6.1** y pida a sus alumnos que la analicen. *¿Qué pueden observar sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso de combustibles fósiles desde 1850? ¿Cómo pueden explicar esto?* (debido a las actividades humanas: transporte, producción de electricidad, industrias, etc.).

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En esta hoja de trabajo, proponemos dos niveles de dificultad: el primer gráfico es para los alumnos más jóvenes, mientras que el segundo puede utilizarse con alumnos más avanzados. Este último se centra en los cinco países que más CO<sub>2</sub> emiten y, por tanto, puede utilizarse para abordar cuestiones de justicia climática. Es usted quien debe elegir el documento que mejor se adapte al nivel de sus alumnos.

2. Si decide utilizar la segunda parte de la **HOJA DE TRABAJO A6.1**, pida primero a los alumnos que analicen el gráfico para identificar a los países que más contribuyen a las emisiones de CO<sub>2</sub> y, también, cómo esas proporciones han cambiado en las últimas décadas. A continuación, organice un debate en clase sobre si todos los países deben reducir sus emisiones por igual o si las reducciones deben ser proporcionales a las contribuciones a las emisiones de CO<sub>2</sub>. *¿Deben tenerse en cuenta otros parámetros como el índice de desarrollo, la calidad de vida, etc.?* Pídales que justifiquen sus respuestas.

3. Explique que muchas de las principales actividades humanas requieren energía y que para obtener dicha energía se necesitan principalmente combustibles fósiles. *Teniendo en cuenta que los combustibles fósiles deben quemarse para ser utilizados, ¿cómo pueden demostrar al agricultor que la quema de combustibles fósiles genera dióxido de carbono? ¿Se le ocurre algún experimento?*

4. Este es el tipo de experimento que se podría montar (puede elegir hacer el experimento como demostración del profesor o, bien, dejar que los alumnos lo hagan ellos mismos en grupos):

- Prenda el trozo de carbón o madera.
- Póngalo en un frasco y ciérrelo inmediatamente, dejando que el carbón o la madera se queme dentro. Espere hasta que dejen de arder.
- Procurando que no se escape el aire del interior del frasco, que contiene dióxido de carbono, saque rápidamente y con cuidado la madera o el carbón (usando guantes de protección) y vierta un poco de agua de cal.
- Cierre el frasco con la tapadera y agítelo. Si los alumnos han hecho experimentos con agua de cal antes, pídeles que recuerden cómo reacciona con el dióxido de carbono; si no, explique la reacción.
- Para comparar, vierta la misma cantidad de agua de cal en otro frasco vacío y agítelo.
- Coloque los dos tarros uno al lado del otro y observe.
- Los alumnos observarán que el agua de cal se enturbia en el primer tarro, pero no en el segundo, lo que indica que se produjo CO<sub>2</sub> durante la combustión.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Si este experimento lo realizan grupos de alumnos, pídeles que prueben diferentes combustibles del mismo peso para ver si todos producen CO<sub>2</sub> y cuáles producen más CO<sub>2</sub> (medido indirectamente por el grado de turbidez del agua de cal).

5. Pida a todos los grupos que compartan y recolecten sus resultados para sacar conclusiones a partir de los datos colectivos: la quema de diferentes materiales (incluidos los recursos fósiles) produce CO<sub>2</sub> y la cantidad de CO<sub>2</sub> producida depende del material. Por lo tanto, al utilizar recursos fósiles, los seres humanos están aumentando el flujo de carbono a la atmósfera.

6. Explique a sus alumnos que ahora que el ganadero está convencido de que el uso de recursos fósiles genera emisiones de CO<sub>2</sub>, tendrán que ayudarlo a encontrar una fuente de energía alternativa. *¿Qué fuentes de energía conocen?* Se puede mostrar o distribuir la **HOJA DE TRABAJO A6.2** para que los alumnos identifiquen distintas fuentes de energía. *¿Cuáles son las diferencias entre las fuentes de energía renovables y las no renovables?* Las energías renovables proceden de fuentes que no se agotan o que pueden reponerse en poco tiempo (eólica, hidráulica, solar, biomasa, geotérmica, etc.). En cambio, la energía no renovable procede de fuentes que no pueden reponerse rápidamente: petróleo, carbón, gas natural, energía nuclear, etc.

1. Explique a sus alumnos que van a estudiar ahora una fuente de energía renovable llamada “biomasa”, es decir, procedente de la materia orgánica producida por los seres vivos. En el caso de nuestro ganadero, bien podría considerar el uso del “biogás” como fuente de energía. Para explicarle cómo podría utilizar este tipo de energía, comente a sus alumnos que van a trabajar juntos en grupos de 6

y que cada pareja de alumnos se centrará en un aspecto del uso del biogás:

- ¿Qué es el biogás?
- ¿De dónde proviene?
- ¿Cómo se puede utilizar?
- ¿Por qué es una buena idea utilizarlo en lugar de dejar que se libere metano a la atmósfera?
- ¿Por qué podemos considerarla como una fuente de energía renovable?

### INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

La combustión y la fermentación forman parte del ciclo del carbono, ya que conducen a la producción de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera.

#### COMBUSTIÓN

La combustión —también conocida como “quema”— es una reacción química entre un material combustible (por ejemplo, la madera) y un oxidante (oxígeno, en la mayoría de los casos). La combustión de recursos fósiles consiste en la quema de carbono orgánico (carbón, petróleo, gas natural, etc.), la cual libera dióxido de carbono y agua, según la siguiente reacción química:



Según esta ecuación, la quema de metano libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas que representó el 65 % del total de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) en 2010<sup>1</sup>. Así pues, la combustión es responsable del calentamiento global porque libera CO<sub>2</sub>. El metano es solo un ejemplo entre muchos otros; la quema de madera o carbón también libera dióxido de carbono, tal y como se muestra continuación:

#### Quema de carbón:



#### Quema de madera

(suponiendo que está compuesta solo por celulosa):



#### FERMENTACIÓN

La fermentación es un proceso natural que se produce en algunos seres vivos: en el estómago de las vacas, por ejemplo, un gran número de bacterias metanogénicas liberan metano a partir de las moléculas de la hierba ingerida. La diferencia con la combustión radica en la naturaleza de las moléculas de carbono producidas, ya que **la fermentación libera metano (CH<sub>4</sub>) y no dióxido de carbono**. Este metano se libera directamente a la atmósfera a través de flatulencias y eructos, pero también de los excrementos, contribuyendo de esta forma al efecto invernadero.

Este es un buen ejemplo para demostrar que la lucha contra el cambio climático no consiste únicamente en eliminar o reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, dado que a dicho cambio contribuyen también otros gases de efecto invernadero. Además, **el metano es aún peor para el calentamiento global que el dióxido de carbono**, ya que la “capacidad de calentamiento” de una tonelada de metano es 28 veces superior a la de la misma cantidad de CO<sub>2</sub>.

Recientemente se ha desarrollado un método llamado “**metanización**” para utilizar directamente este metano para producir energía. En este proceso, el biogás (que contiene metano) se produce a partir de la fermentación de residuos de alimentos o estiércol de vaca. Este biogás se almacena en un contenedor cerrado y se distribuye a diferentes lugares a través de una red de tuberías con válvulas. El biogás se utiliza después para diversos fines, como cocinar, producir agua caliente o calor para las viviendas, etc. Se trata de una forma eficaz de reducir los residuos y, a la vez, de producir energía barata. Este método ya se utiliza en algunos países y, en 2014, representó el 14 % del consumo mundial de energía<sup>2</sup>.

1 <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>  
 2 [https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf)

2. Para hacer todo esto, cada pareja de alumnos tendrá un papel específico en su grupo (distribuya las **HOJAS DE TRABAJO A6.3** a **A6.5**, según el rol que le haya tocado):

- *veterinario*: **HOJA DE TRABAJO A6.3**
- *activista medioambiental*: **HOJA DE TRABAJO A6.4**
- *ingeniero*: **HOJA DE TRABAJO A6.5**

3. Cada pareja de “expertos” debe analizar sus documentos para encontrar la información solicitada.

## CONCLUSIÓN 10 MIN

En grupos de 6, los alumnos pueden presentar lo que han aprendido (cómo se forma el metano, por qué puede representar una amenaza para el clima y cómo se pueden utilizar algunos residuos como fuente de energía renovable) en forma de presentación digital, de dibujo o de cartel gigante.

Su presentación debe explicar:

- La relación entre el uso de recursos fósiles y las emisiones de dióxido de carbono y el impacto que esto tiene en la atmósfera (la combustión produce dióxido de carbono, que se mueve rápidamente desde los depósitos de recursos fósiles a la atmósfera).
- La relación entre la ganadería y el aumento de las temperaturas (el ganado produce metano durante la fermentación y eso calienta la atmósfera).
- El uso que nosotros como humanos hacemos de esos procesos (ambos procesos producen energía). Las emisiones de metano podrían reducirse convirtiendo el metano producido por el ganado en biogás, lo que llevaría a la producción de energía.
- Las ventajas y los inconvenientes de la utilización de estos procesos (la combustión es la más utilizada y produce una enorme cantidad de energía, pero no es renovable; el biogás es una forma barata y fácil de obtener energía en muchas partes del mundo, pero actualmente está poco desarrollada y requiere infraestructuras).

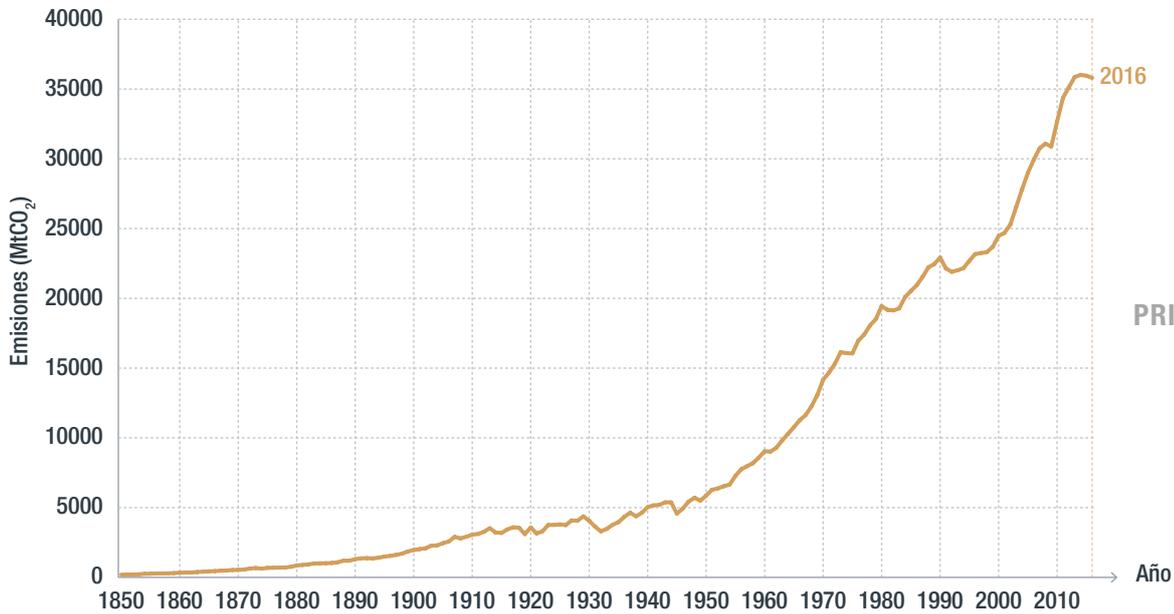




# HOJA DE TRABAJO A6.1

## DOCUMENTO 1: EMISIONES MUNDIALES DE CO<sub>2</sub> ASOCIADAS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ENTRE 1850 Y 2016

Este documento muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la utilización de combustibles fósiles en todo el mundo desde 1850.

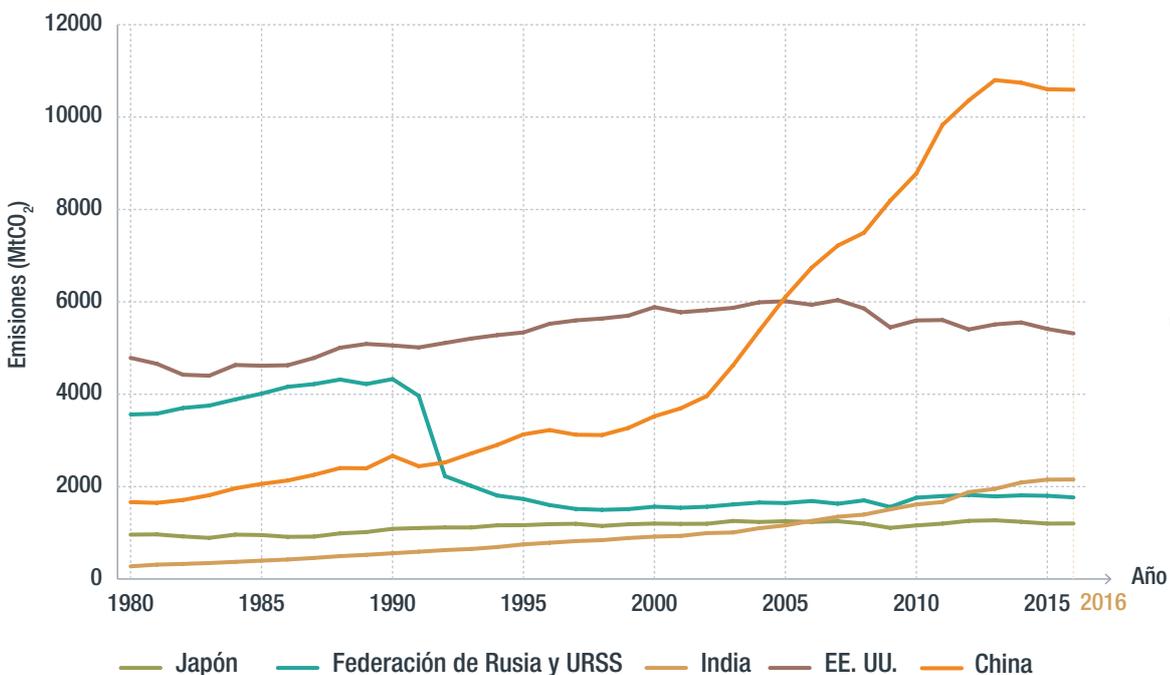


MtCO<sub>2</sub> equivale a "millón de toneladas de dióxido de carbono".

Fuente: US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via: <https://www.theshiftdataportal.org>

## DOCUMENTO 2: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> ASOCIADAS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ENTRE 1980 Y 2016

Este documento muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la utilización de combustibles fósiles en 5 países desde 1980.



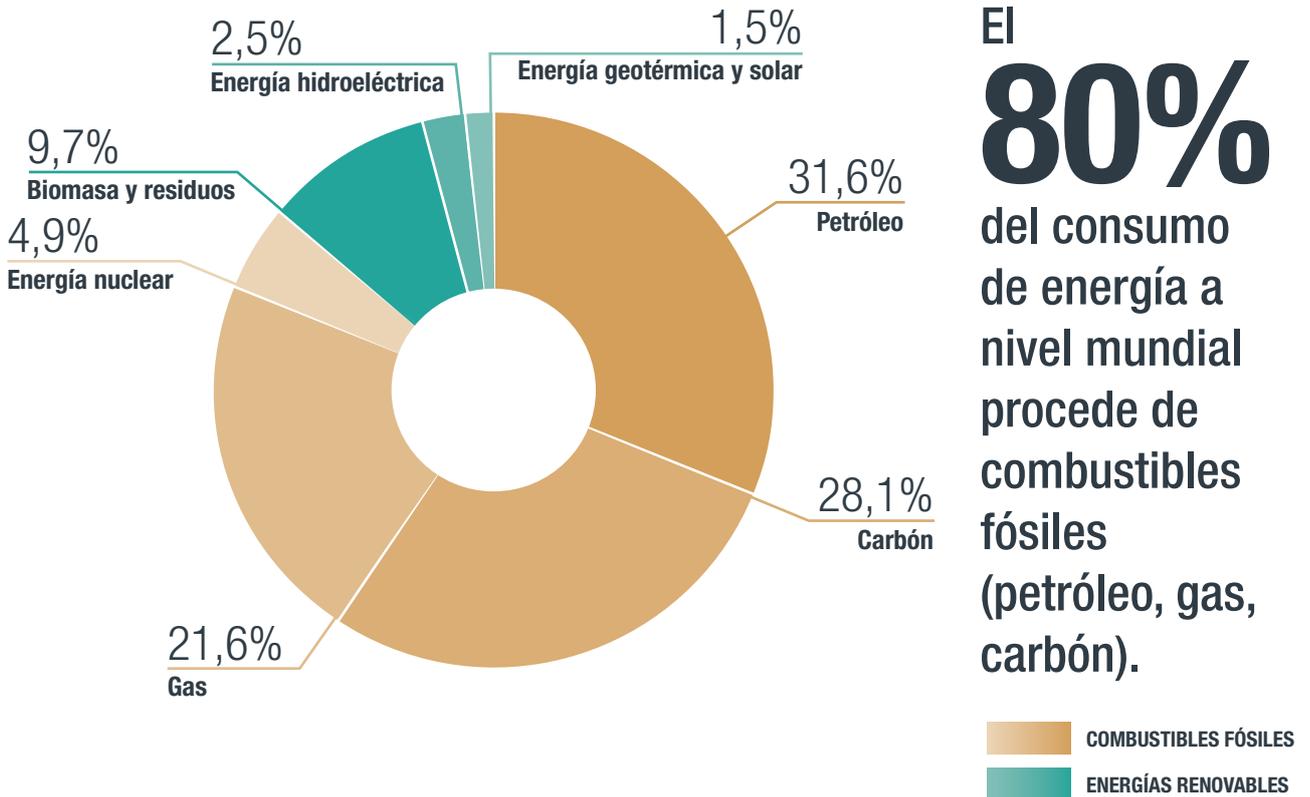
MtCO<sub>2</sub> equivale a "millón de toneladas de dióxido de carbono".

Fuente: US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via: <https://www.theshiftdataportal.org>



Este documento muestra la distribución de la energía utilizada según las diferentes fuentes:

- ¿Cuál es la principal fuente de energía en el mundo actualmente?
- ¿Es un recurso renovable o no renovable?



**En 50 años, la población mundial se ha multiplicado por 2,5, pero el consumo de energía se ha multiplicado por 5!**

Fuente: adaptado de la guía «Comment agir pour la planète?», ADEME, pág. 5

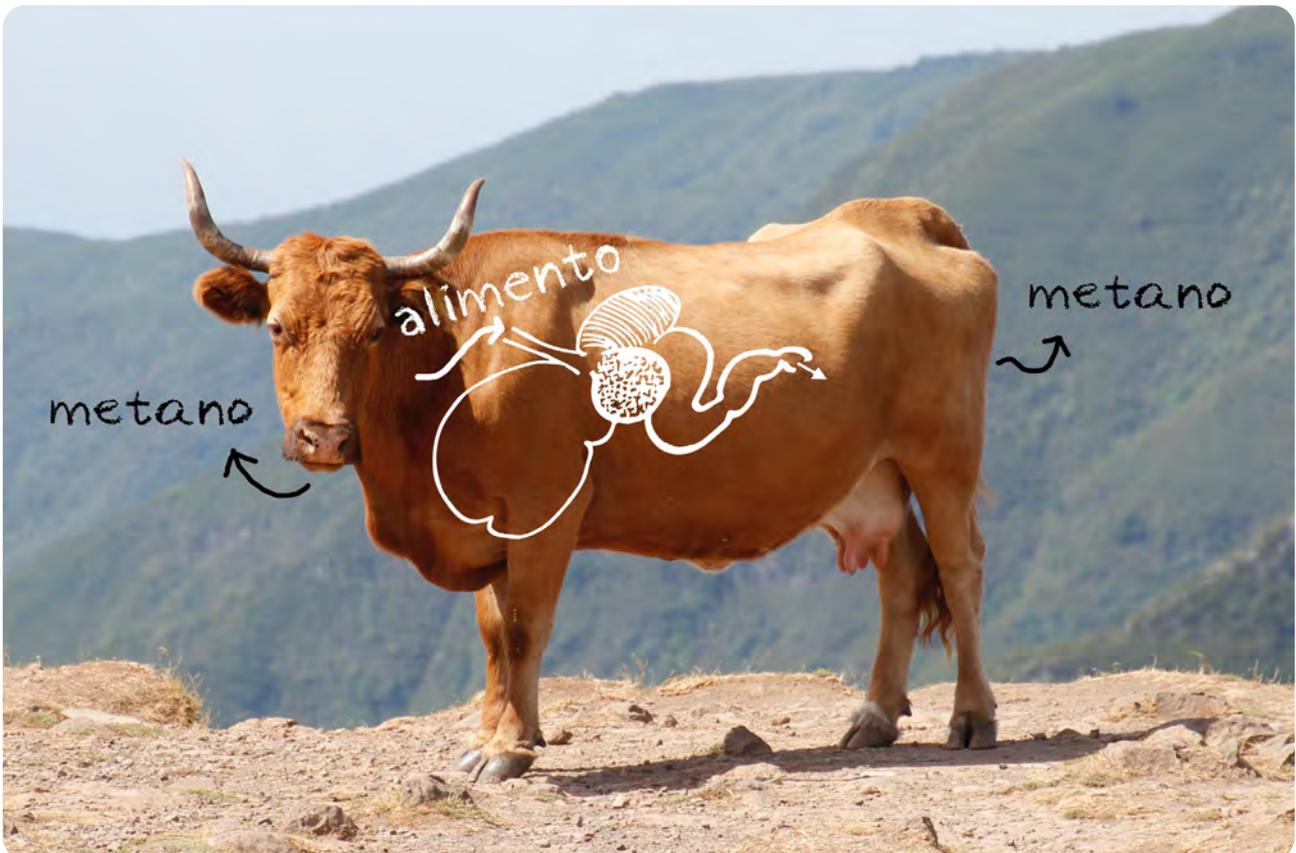


## VETERINARIOS

- ➔ Tarea: Son veterinarios y tienen que explicarle al ganadero cómo puede “utilizar” a su ganado como fuente de energía. Con ayuda del siguiente documento, expliquen qué ocurre cuando las vacas pastan y cómo eso podría utilizarse como fuente de energía.

Las vacas, al igual que otros rumiantes, tienen un estómago peculiar: de hecho, ¡no tienen uno, sino 4! Cada “bolsa” o cavidad del estómago contiene millones de microbios que descomponen los pastos y producen energía utilizable para la vaca. En este proceso **también producen metano**, un gas rico en carbono que se libera luego a la atmósfera a través de los eructos y flatulencias de las vacas y también de sus excrementos. Puesto que no podemos recoger el metano de los eructos y las flatulencias, ¿podríamos al menos recuperar el metano del estiércol?

El gas natural que se utiliza como fuente de energía en algunos hogares e industrias está compuesto en un 90 % por metano. Este metano puede producirse a partir de la descomposición del estiércol de las vacas y de otras materias orgánicas.





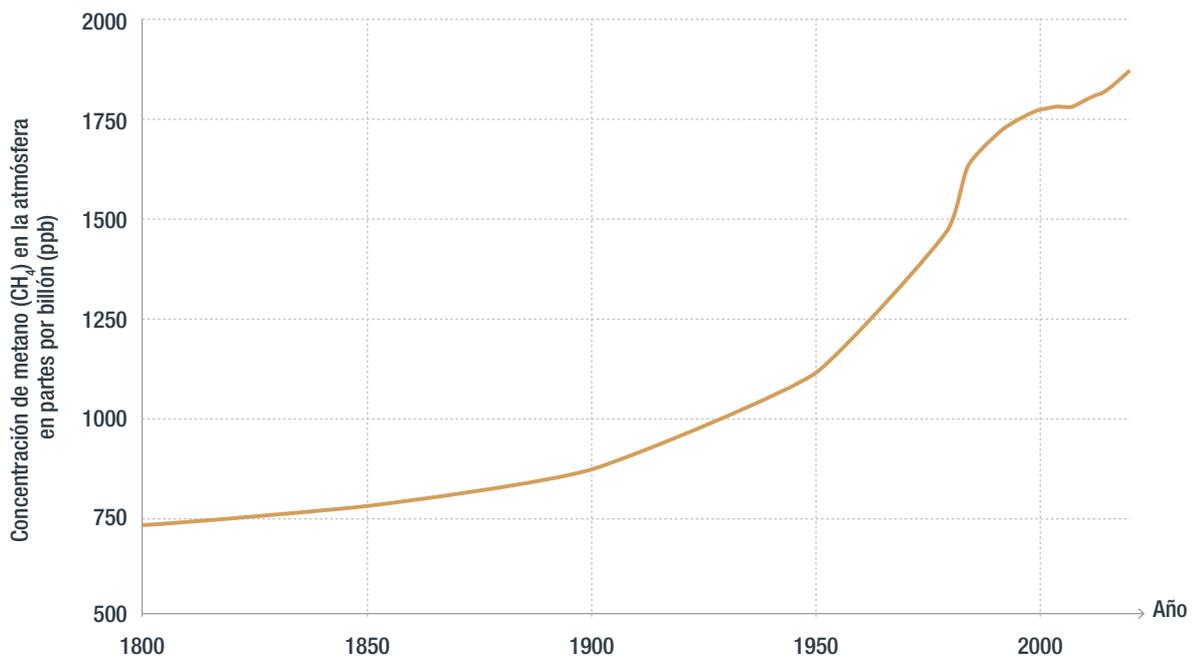
## ACTIVISTAS MEDIOAMBIENTALES

- ➔ Tarea: Son activistas medioambientales y tienen que explicarle al ganadero por qué las vacas pueden ser una amenaza para el clima. Con ayuda del siguiente documento, expliquen cómo han cambiado los niveles de metano en la atmósfera en el último siglo y por qué eso podría ser un problema.

El siguiente documento muestra los cambios en los niveles de metano ( $\text{CH}_4$ ) en la atmósfera desde 1800.

El metano es un **gas de efecto invernadero** que se produce en la agricultura. Es más potente que el dióxido de carbono, ya que puede calentar la atmósfera hasta **30 veces más que el  $\text{CO}_2$** .

### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MUNDIAL DE METANO EN LA ATMÓSFERA DESDE 1800



Fuente: Adaptado de <https://www.methanelevels.org>



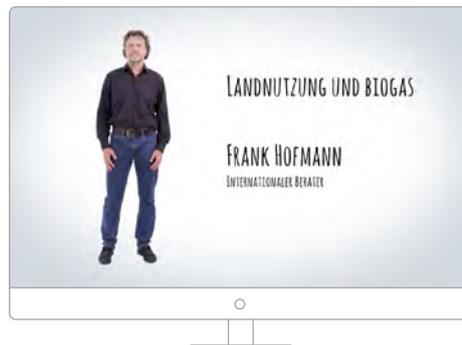
## INGENIEROS

➔ Tarea: Son ingenieros y tienen que explicarle al ganadero cómo puede producir energía a partir del estiércol de sus vacas. Con ayuda de los siguientes documentos, expliquen cómo se puede producir biogás a partir de los residuos y por qué el biogás puede considerarse una fuente de energía renovable.

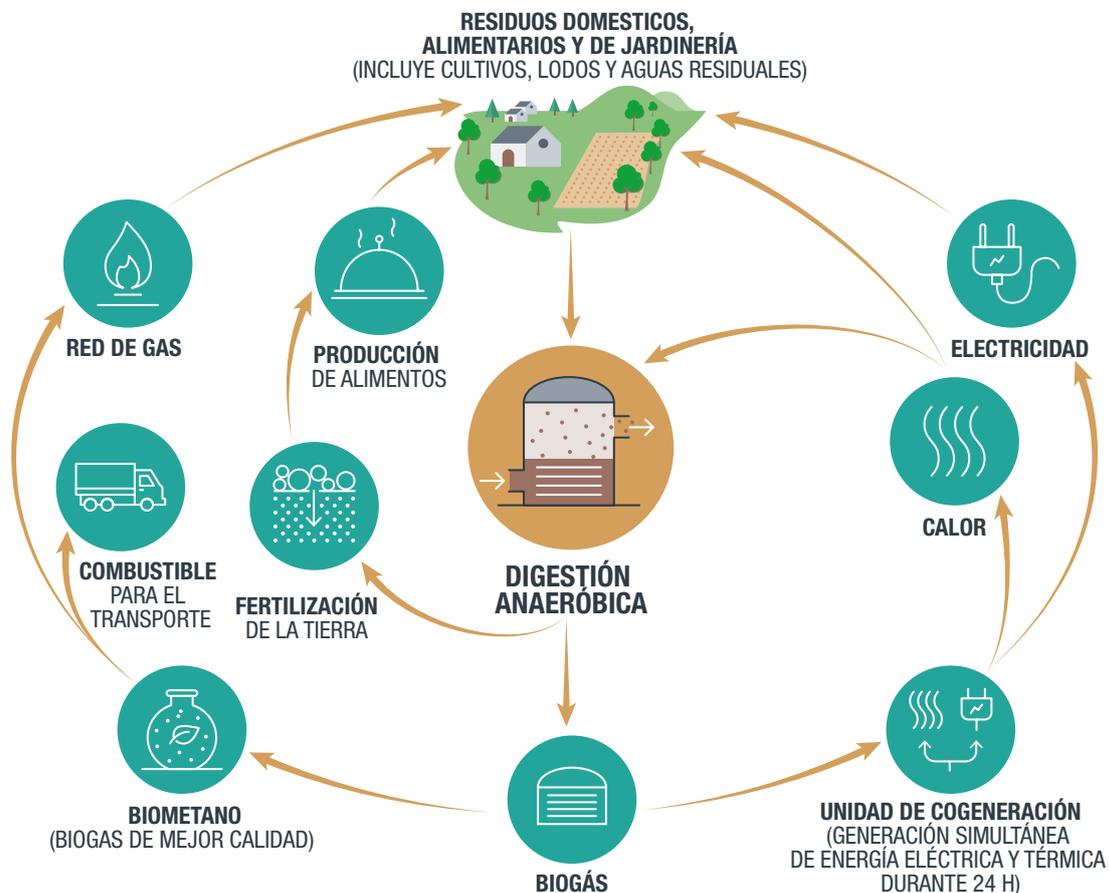
### DOCUMENTO 1: VIDEO SOBRE LA METANIZACIÓN



<https://arco.de/bcsSMu>



### DOCUMENTO 2: LOS DISTINTOS USOS DEL BIOGÁS



Fuente: <https://adbioreources.org/about-ad/>

## SECUENCIA B

# ¿POR QUÉ LA TIERRA ES IMPORTANTE PARA EL SER HUMANO?

Reconocer que el ser humano es responsable del cambio climático es el primer paso para entender este fenómeno. El siguiente paso es estudiar la **relación entre la tierra y el cambio climático**. A medida que adquirimos conocimientos sobre los diferentes usos de la tierra por parte del ser humano, se hace más evidente la necesidad de protegerla del impacto del cambio climático.

Dependiendo de su cultura y sus orígenes, las comunidades humanas utilizan la tierra y sus recursos de diferentes maneras. Este tema es abordado en las dos primeras actividades de esta secuencia. La actividad B3 pone de relieve las cuestiones que atañen al suelo y la B4 se centra en los bosques.

La secuencia B incluye un juego de rol y un juego de mesa, así como experimentos y una excursión.

### LISTA DE LECCIONES

Lección básica     Lección opcional

<input checked="" type="radio"/>	<b>B1</b>	9-12 años	<b>Nuestros recursos naturales</b> Ciencias naturales, geografía Los alumnos toman conciencia de lo mucho que el ser humano depende de la tierra y de los valiosos recursos que esta proporciona.	pág. 85
<input checked="" type="radio"/>	<b>B2</b>	9-15 años	<b>Diferentes tipos de suelo y usos de la tierra</b> Ciencias naturales, geografía Los alumnos descubren cómo los diferentes tipos de suelo afectan a los ecosistemas naturales que viven en ellos y cómo la tierra es importante para el planeta y para las comunidades humanas. También aprenden a convertirse en defensores del planeta.	pág. 96
<input type="radio"/>	<b>B3</b>	9-15 años	<b>El suelo como recurso fundamental</b> Ciencias naturales Para evitar la degradación del suelo, los alumnos realizan experimentos para estudiar las propiedades de los diferentes suelos y su cobertura. También estudian su biodiversidad y la función que esta desempeña.	pág. 115
<input type="radio"/>	<b>B4</b>	9-15 años	<b>Bosques, humanos y cambio climático</b> Ciencias naturales, geografía Los alumnos descubren durante una excursión el importante papel de los árboles y los bosques para los seres vivos y su relación con el cambio climático.	pág. 126

# LECCIÓN B1

## NUESTROS RECURSOS NATURALES

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 15 min
- ~ Actividad: entre 55 min y 1 h 15

### RANGO DE EDAD

9-12 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos toman conciencia de lo mucho que el ser humano depende de la tierra y de lo valiosos que son los recursos que esta proporciona.

Asimismo,

- ~ aprenden que la Tierra está compuesta por muchos recursos naturales, tales como plantas, animales, rocas, combustibles fósiles y agua;
- ~ aprenden que los materiales y objetos importantes para el ser humano están hechos con esos recursos naturales;
- ~ aprenden a clasificar los objetos que utilizamos en nuestra vida cotidiana en función de los recursos naturales empleados para producirlos o fabricarlos;
- ~ aprenden a identificar aquellos objetos que requieren más recursos que otros;
- ~ aprenden que la tierra es lo que hace posible que los humanos puedan comer, beber, vivir en una casa, vestirse y disfrutar de muchas formas de entretenimiento.

### PALABRAS CLAVE

Uso de la tierra, servicios ecosistémicos, necesidades humanas, recursos naturales

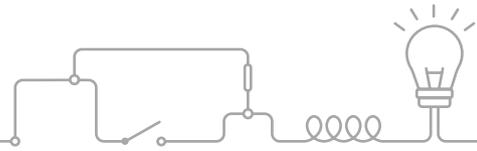
### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Juego de mesa

## PREPARACIÓN 5-10 MIN

### MATERIAL

- Cartas de “recursos naturales” (1 juego por grupo) – **HOJA DE TRABAJO B1.1**
- Cartas de “B,I,N,G,O” (1 juego por grupo) – **HOJA DE TRABAJO B1.2**
- Un tablero de juego (1 por alumno. Los alumnos dentro de un mismo grupo deben tener un tablero distinto cada uno) – **HOJAS DE TRABAJO B1.3 a B1.7**
- Una docena de fichas, piedrecitas o algo similar para marcar las casillas de los objetos (opcional)
- Una plastificadora (opcional)
- Marcadores fluorescentes



## PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta es una versión del juego del bingo, por lo que las reglas son bastante similares. Para que los alumnos tengan más autonomía, el juego puede realizarse en grupos.

Imprima el juego de cartas de “recursos naturales”, las cartas de “B,I,N,G,O” y los tableros de juego. Si tiene plastificadora, plastifique los tableros de juego para poder reutilizarlos más veces.

## INTRODUCCIÓN 15 MIN

Presente a sus alumnos los objetivos de la actividad: “*Jugando a este juego aprenderemos:*”

- que la Tierra está compuesta por muchos recursos naturales;
- que los materiales y objetos importantes para el ser humano están hechos de esos recursos naturales;
- a clasificar los objetos que utilizamos en nuestra vida cotidiana en función de los recursos naturales empleados para producirlos o fabricarlos.

Antes de empezar el juego, tome cualquier objeto que tenga a mano (por ejemplo, sus zapatos o una prenda de vestir) y pregunte: *¿De qué está hecho este objeto? ¿De tela? ¿De dónde viene la tela? ¿De una planta? ¿De un animal?* Después de mostrar algunos ejemplos de objetos, pueden anotarse en la pizarra los diferentes materiales utilizados y el origen de esos materiales. El objetivo es acabar teniendo 5 categorías principales de recursos naturales de los que proceden los materiales que componen nuestros objetos:

1. **Plantas**
2. **Animales**
3. **Recursos minerales** (de los que se obtiene el vidrio, el cemento, etc.)
4. **Agua**
5. **Recursos fósiles** (de los que se obtiene el plástico, el petróleo, etc.)

Prosiga el debate para profundizar en la reflexión de sus alumnos: *¿Qué objetos utilizan en su vida diaria? ¿Para qué los utilizan? ¿De qué materias primas están hechos esos objetos?*



## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Los recursos naturales son elementos materiales de la naturaleza que se utilizan para sostener la vida y satisfacer las necesidades de las personas. El medio ambiente y aquí, específicamente, la tierra, proporciona servicios naturales a los seres humanos que denominamos “**servicios ecosistémicos**”.

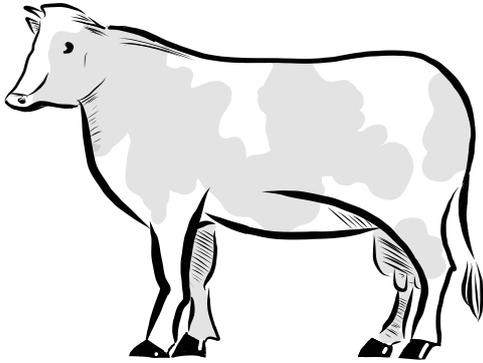
Todas las sociedades se benefician de los recursos naturales de la tierra para producir objetos necesarios en todos los ámbitos de la vida cotidiana (vivienda, vestido, productos medicinales, juegos y arte, alimentos y bebida, etc.).

Podemos clasificar los recursos naturales en 5 categorías:

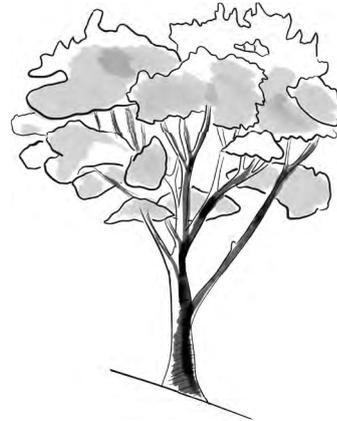
- **Agua** (agua dulce que se almacena bajo tierra en las capas freáticas).
- **Recursos minerales** (procedentes de las rocas y la arena, como el hormigón, el vidrio o los metales).
- **Recursos fósiles** (petróleo, plásticos y otros productos químicos, así como productos medicinales).
- **Animales** (productos animales, ya estén basados en organismos animales, como la carne, la lana y el cuero, o en la producción animal, por ejemplo, la miel y la leche).
- **Plantas** (para producir fibras, madera, papel, algodón, etc., o como alimento, por ejemplo, frutas y hortalizas).



**ANIMALES**



**PLANTAS**



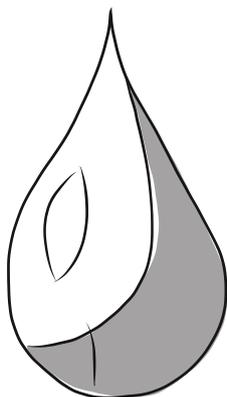
**RECURSOS MINERALES**



**RECURSOS FÓSILES**



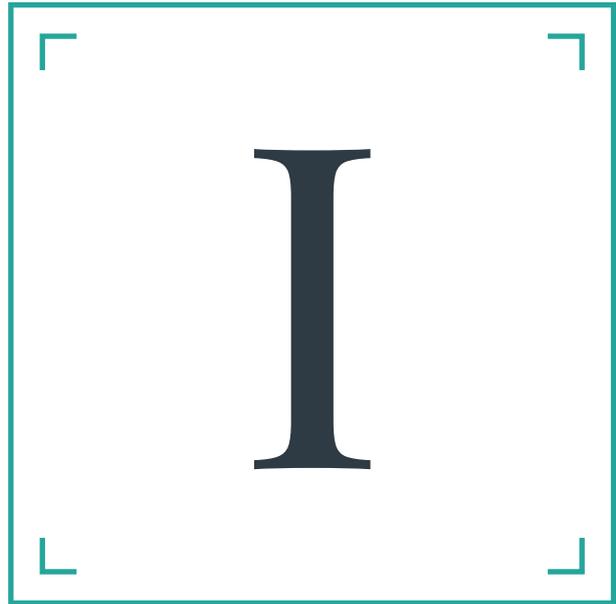
**AGUA**



**CÓMO GANAR**

Gana la primera persona que complete una fila, una columna o una diagonal (5 objetos).

Gana la primera persona que complete un objeto en cada categoría.



**REGLAS DEL JUEGO:**

Por turnos, un maestro de juego saca una carta de “letra” y una carta de “recurso”. Los jugadores marcan una cosa que requiere ese recurso en la columna correspondiente a la letra sacada. El maestro de juego vuelve a poner la carta de letra y la carta de recurso en el montón, baraja y pasa el turno al jugador de al lado, que se convierte en el siguiente maestro de juego.



B

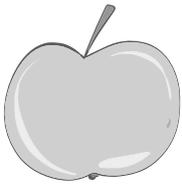
I

N

G

O

manzana



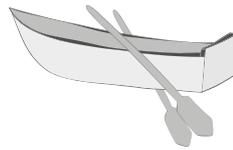
aspirina



pelota



barco de madera



refresco



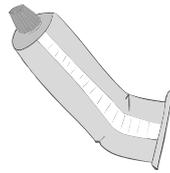
zapatos



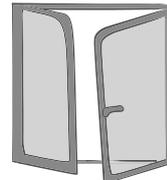
pintar



pasta de dientes



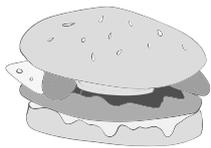
ventana



pastel



hamburguesa



edificio



leche



casa de madera



miel



papel higiénico



suéter de lana



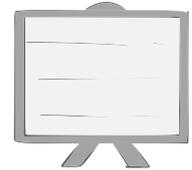
agua



suéter



televisión



camiseta



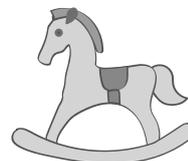
bicicleta



carro



juguete de madera



casa de piedra





B

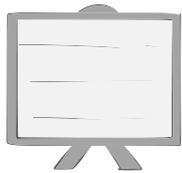
I

N

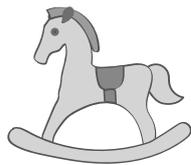
G

O

televisión



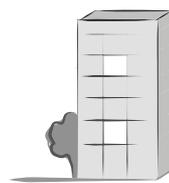
juguete de madera



pintar



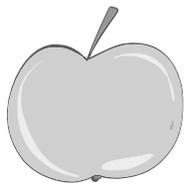
edificio



casa de madera



manzana



suéter



refresco



zapatos



bicicleta



suéter de lana



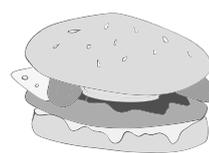
camiseta



casa de piedra



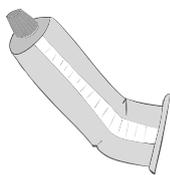
hamburguesa



pelota



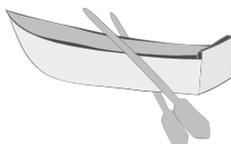
pasta de dientes



papel higiénico



barco de madera



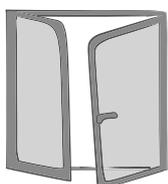
agua



miel



ventana



carro



leche



aspirina



pastel





B

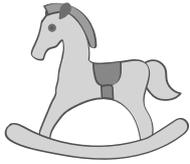
I

N

G

O

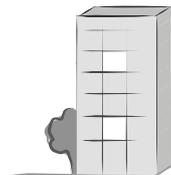
juguete de madera



refresco



edificio



papel higiénico



leche



casa de piedra



zapatos



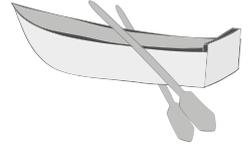
casa de madera



carro



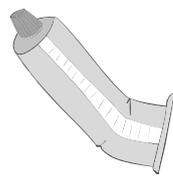
barco de madera



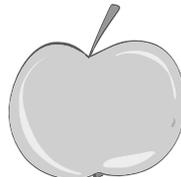
miel



pasta de dientes



manzana



camiseta



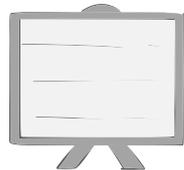
pastel



agua



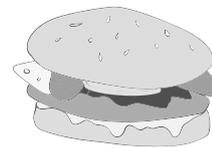
televisión



aspirina



hamburguesa



suéter de lana



suéter



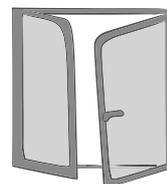
pintar



bicicleta



ventana



pelota





B

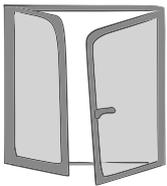
I

N

G

O

ventana



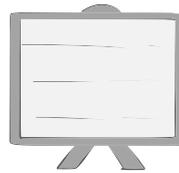
bicicleta



miel



televisión



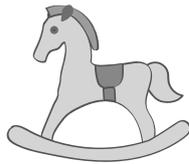
leche



edificio



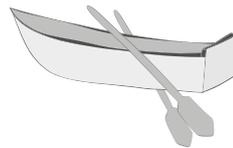
juguete de madera



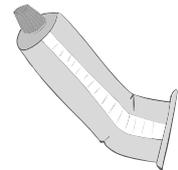
pintar



barco de madera



pasta de dientes



carro



camiseta



pastel



papel higiénico



agua



casa de piedra



suéter



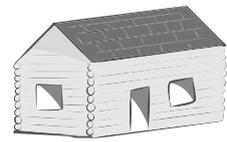
aspirina



suéter de lana



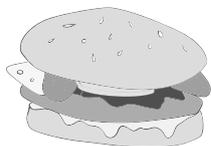
casa de madera



refresco



hamburguesa



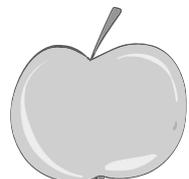
refresco



zapatos



manzana





B

I

N

G

O

manzana



pintar



zapatos



agua



aspirina



casa de madera



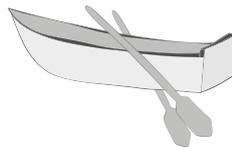
pelota



casa de piedra



barco de madera



bicicleta



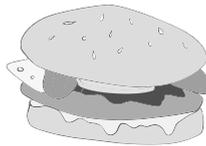
suéter



pastel



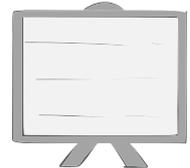
hamburguesa



miel



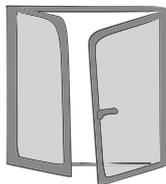
televisión



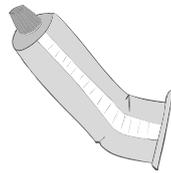
refresco



ventana



pasta de dientes



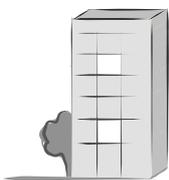
suéter de lana



camiseta



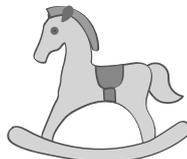
edificio



carro



juguete de madera



papel higiénico

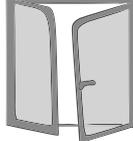


leche





# HOJA DE TRABAJO B1.8

VIVIENDA	<p>edificio</p>      	<p>ventana</p>      	<p>casa de madera</p>      	<p>casa de piedra</p>      
VESTIRSE	<p>camiseta</p>      	<p>suéter de lana</p>      	<p>zapatos</p>      	<p>suéter</p>      
DIVERTIRSE	<p>pintar</p>      	<p>juguete de madera</p>      	<p>pelota</p>      	<p>televisión</p>      
COMER	<p>manzana</p>      	<p>hamburguesa</p>      	<p>pastel</p>      	<p>miel</p>      
BEBER	<p>leche</p>      	<p>agua</p>       	<p>refresco</p>      	
DESPLAZARSE	<p>carro</p>      	<p>barco de madera</p>      	<p>bicicleta</p>      	
HIGIENE Y SALUD	<p>papel higiénico</p>      	<p>pasta de dientes</p>      	<p>aspirina</p>      	

# LECCIÓN B2

## DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y USOS DE LA TIERRA

**MATERIAS PRINCIPALES**  
Ciencias naturales, geografía

**DURACIÓN**  
~ Preparación: 15 min  
~ Actividad: 1 h 20

**RANGO DE EDAD**  
9-15 años

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**  
Los alumnos descubren cómo los diferentes tipos de suelo afectan a los ecosistemas naturales que viven en ellos y cómo la tierra es importante para el planeta y las comunidades humanas.

Asimismo, aprenden:  
~ que cada lugar del planeta tiene un tipo de suelo diferente;  
~ que una ecorregión se define por su suelo y por el ecosistema que vive en ella;  
~ que los animales y las comunidades humanas dependen de los recursos que proporcionan las ecorregiones;  
~ a convertirse en defensores de la protección del planeta.

**PALABRAS CLAVE**  
Ecosistemas terrestres, suelo, absorción de CO<sub>2</sub>, biodiversidad, servicios ecosistémicos, necesidades humanas, conocimientos indígenas y locales

**MÉTODOS DE ENSEÑANZA**  
Análisis de documentos



→ 1 ficha descriptiva del ecosistema elegido por cada grupo – **HOJA DE TRABAJO B2.5**

- Mapas del mundo con las ecorregiones, impreso en formato A3 si es posible – **HOJA DE TRABAJO B2.2**
- Imprima 1 copia de cada mapa de la **HOJA DE TRABAJO B2.6** para colgarlas en la pizarra (o proyectarlas en la pizarra digital).
- Para cada alumno, la **HOJA DE TRABAJO B2.7**.

### INTRODUCCIÓN 10 MIN

Ponga a los alumnos el video del jefe Raoni en el que pide a los líderes mundiales que protejan el Amazonas (o bien, reparta y lea el texto de la **HOJA DE TRABAJO B2.1**).



Organice un debate en clase a partir del video o del texto:

- ¿Quién creen que es este hombre? ¿De dónde viene? ¿Por qué está enfadado? El jefe Raoni (Raoni Metuktire) es el líder de una tribu indígena (pueblo nativo o autóctono) que vive en el Amazonas con el pueblo kayapó (Brasil), en el territorio de Capoto-Janira.
- ¿Por qué es importante el bosque para el pueblo indígena de los kayapó?
- ¿El bosque es importante solo para ellos? ¿Qué aporta la selva amazónica a la humanidad?
- ¿Quién más se beneficia del bosque? ¿Los animales?
- ¿Les impresionó el “alegato” que hace del Amazonas? (Dedique un tiempo a explicar qué es un alegato). ¿Creen también, como el jefe Raoni, que hay que proteger los ecosistemas?

A continuación, diga a los alumnos que van a trabajar en grupos para defender un ecosistema del planeta. Para ello, tendrán que: **1) buscar información sobre el ecosistema y 2) elaborar argumentos para defenderlo**. Por último, los grupos defenderán sus ecosistemas por turnos. Mientras un grupo hace su presentación, los demás deberán tomar notas y votar por el grupo que haya presentado el argumento más convincente.

### PREPARACIÓN 10 MIN

#### MATERIAL

- Opción 1: una computadora con acceso a Internet para ver un video.
- Opción 2: **HOJA DE TRABAJO B2.1** (sesión sin conexión a Internet).
- **HOJAS DE TRABAJO B2.2 a B2.7**
- Opcional: **HOJAS DE TRABAJO B2.8 y B2.9**

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

- Para cada grupo de alumnos (3 a 5 alumnos), imprima:
  - Tarjetas de roles – **HOJA DE TRABAJO B2.3**
  - 1 cédula de identidad de un ecosistema por grupo – **HOJA DE TRABAJO B2.4**

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Los **pueblos indígenas** representan tribus, comunidades y sociedades humanas que viven en distintos lugares de la Tierra. Se les llama indígenas porque suelen llevar un modo de vida tradicional basado en una **compleja e importante relación con su entorno natural directo**. Por ello, su entorno, la tierra y el suelo son de vital importancia para ellos, ya que les proporcionan servicios de **alimen-**

**tación, hábitat y tradición**. Los pueblos indígenas tienen un conocimiento sólido y específico de su entorno y todo ese conocimiento, llamado **conocimiento indígena y local**, es de gran valor para las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, la biodiversidad y los biomas (para más información sobre este tema, véase la [pág. 19](#) de la sección “Resumen científico”).

## PROCEDIMIENTO 55 MIN

### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD 10 MIN

1. Muestre la **HOJA DE TRABAJO B2.2** y pida a cada grupo de 3-5 alumnos que elija qué ecosistema quieren estudiar y defender, mencionando su número. Cada grupo estará compuesto por investigadores y expertos en diferentes campos.

2. Reparta las tarjetas de “experto” a cada grupo y una cédula de identidad del ecosistema a cada alumno: **HOJAS DE TRABAJO B2.3 y B2.4**.

3. Reparta a cada grupo la ficha descriptiva del ecosistema que le corresponda: **HOJA DE TRABAJO B2.5**. Coloque en la pizarra o reparta copias de los mapas mundiales de temperatura, precipitaciones y contenido de carbono: **HOJA DE TRABAJO B2.6**.

4. Antes de proceder al análisis de los documentos, repase el vocabulario con los alumnos y aclare las instrucciones:

- Cada experto debe anotar en su cédula de identidad las **características del suelo y del clima** y, luego, las **aportaciones o beneficios** de su ecosistema para los seres humanos o los animales. El término “**servicios de los ecosistemas**” o “**servicios ecosistémicos**” se utiliza para reflejar la idea de que el suelo y la vegetación permiten a los seres humanos vivir, comer, calentarse, jugar, etc.
- En este punto, podemos dedicar unos minutos a reflexionar con los alumnos sobre la definición de “servicio ecosistémico”. Podemos preguntarles: *¿Pueden poner algún ejemplo de beneficio aportado por la naturaleza en su caso personal?*
- Explique cómo el climatólogo puede decirnos si un ecosistema contribuye más o menos a la regulación del clima: por ejemplo, si el suelo contiene mucho CO<sub>2</sub>, eso ayuda a regular el clima. Si el suelo

es destruido por las actividades humanas, el CO<sub>2</sub> se libera a la atmósfera, contribuyendo al cambio climático.

### EJERCICIO DE INVESTIGACIÓN INDIVIDUAL 15 MIN

5. Cada experto rellena una parte de la cédula de identidad. Dependiendo del tamaño del grupo, una persona puede ser experta en varios ámbitos:

- Los **científicos del clima o climatólogos** buscan su información en la pizarra o en los mapas del mundo.
- Los **científicos del suelo o edafólogos** buscan información sobre la cantidad de carbono almacenado en el suelo en el mapamundi.
- El **ecologista**, el **zoólogo** y el **antropólogo** deben recopilar información sobre los servicios de los ecosistemas que se mencionan en sus fichas descriptivas.

### PRESENTACIÓN AL RESTO DE EQUIPOS 30 MIN

6. Cada grupo prepara su propio “alegato” y tiene 2 minutos para convencer a la clase de la necesidad de defender su ecosistema. Durante ese tiempo, los alumnos deben presentar las características de su ecosistema y los beneficios que aporta al ser humano, ¡pero también deben ser convincentes! El objetivo es que la gente quiera proteger la belleza y el valor del ecosistema.

7. En función del tiempo disponible, se puede permitir a los alumnos que investiguen más sobre su ecosistema y que enriquezcan sus argumentos con fotos, vídeos, dibujos, etc.

8. Durante las presentaciones, los demás alumnos completan el cuadro de servicios ecosistémicos: (**HOJA DE TRABAJO B2.7**). Después, los alumnos expondrán la cédula de identificación completada junto al mapa que figura en la pizarra.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Si desea evaluar esta lección, especialmente la parte del alegato, utilice la tabla de evaluación de la **HOJA DE TRABAJO B2.8**.

## CONCLUSIÓN 10 MIN

Tras escuchar todos los argumentos y rellenar el cuadro resumen, pida a la clase que vote por el grupo más convincente, tanto desde el punto de vista del contenido como, sobre todo, por la calidad de la presentación.

Concluya con un debate general: todos los ecosistemas del planeta son diferentes y todos, sin excepción, merecen ser protegidos. Para facilitar el debate general, puede utilizar las preguntas de la **HOJA DE TRABAJO B2.7**.

Lleve a los alumnos a reflexionar sobre el lugar que ocupa el ser humano en la naturaleza. *¿Tiene necesariamente el ser humano una influencia negativa en la naturaleza? ¿Qué opinan de las costumbres*

*de los pueblos presentados en cada ecosistema?* Para profundizar en la importancia de los conocimientos locales y ancestrales de los pueblos indígenas, puede ver el [video de la OCE](#) (duración 3 min).

Todos estos ecosistemas terrestres tienen en común que están vinculados a un suelo, un elemento que es importante para el clima, pero que también permite el crecimiento de las plantas. *¿Saben cómo se forma el suelo y qué contiene?* Podemos estudiar este tema en una próxima lección.

### AMPLIACIÓN OPCIONAL

Para estudiar el vínculo entre el suelo y las plantas, puede crear junto a sus alumnos “terrarios” que representen las diferentes ecorregiones que se pueden encontrar en la Tierra. En la **HOJA DE TRABAJO B2.9** y en [este video](#) de la OCE se da orientación al respecto.





### EL JEFE RAONI, EN DEFENSA DEL AMAZONAS

*“A todos los que me están viendo, quiero decirles que mi compromiso con la protección de la selva debe ser escuchado por todos ustedes porque, después de nosotros, llegará otra generación, nuestros nietos crecerán y tenemos que cuidar lo que queda de la selva para que ellos también puedan disfrutar de ella”.*

Raoni Metuktire, líder indígena del pueblo kayapó de Brasil, lleva más de cuatro décadas defendiendo la selva del Amazonas. Hoy insta a los líderes mundiales a que la protejan del alarmante aumento de las amenazas que representan los agricultores, la industria maderera y minera y los incendios forestales.

*“Si continuamos a este ritmo, pronto destruiremos todos los recursos de la selva y eso sería trágico. ¿Cómo vamos a respirar? ¿Cómo respirarán las generaciones futuras? Por eso pido a todos los que me escuchan que protejan nuestros recursos naturales para que nuestros nietos puedan seguir viviendo aquí también. Necesitamos la naturaleza para vivir”.*

A pesar de que la constitución brasileña de 1988 establece el proceso de demarcación de las tierras indígenas, el jefe Raoni pide hoy a la comunidad internacional que detenga la actual usurpación de los territorios tribales.

### EL JEFE RAONI PIDE MÁS MEDIDAS

*“He pensado en ello y he llegado a la conclusión de que era necesario pedir a la comunidad internacional que nos ayude a delimitar físicamente nuestras tierras para que podamos seguir protegiéndolas. Muchas comunidades viven a orillas del río Xingú y queremos protegerlas. Este es mi mensaje de hoy: necesitamos el apoyo de los líderes internacionales para fijar las fronteras de nuestras tierras”.*

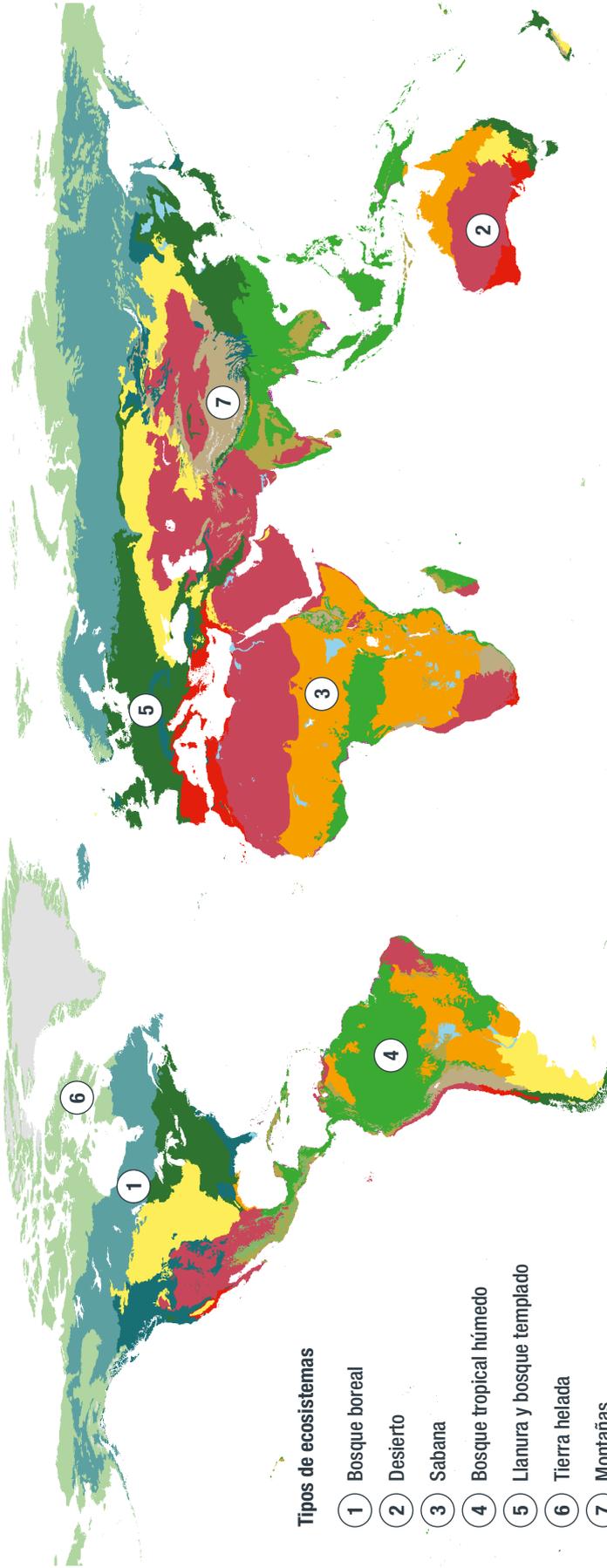
Extracto del [vídeo](#) del jefe Raoni.





## HOJA DE TRABAJO B2.2

### MAPA DE LAS ECORREGIONES TERRESTRES EN EL MUNDO



**Tipos de ecosistemas**

- 1 Bosque boreal
- 2 Desierto
- 3 Sabana
- 4 Bosque tropical húmedo
- 5 Llanura y bosque templado
- 6 Tierra helada
- 7 Montañas

**Bioma**

- Bosques tropicales y subtropicales húmedos de hoja ancha
- Bosques tropicales y subtropicales secos de hoja ancha
- Bosques tropicales y subtropicales de coníferas
- Bosques templados de hoja ancha y mixtos
- Bosques templados de coníferas
- Bosque boreal / Taiga
- Pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales
- Pastizales, sabanas y matorrales templados
- Pastizales y sabanas inundadas
- Pastizales y matorrales de montaña
- Bosques y matorrales mediterráneos
- Desiertos y matorrales xérico
- Manglares
- Roca y hielo

Fuente: Adaptado de Olson et al., Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. BioScience, Volume 51, Issue 11, noviembre de 2001, pág. 933-938.



### ANTROPÓLOGO

Estudia los hábitos de las sociedades humanas en relación con el entorno.



### ZOÓLOGO

Estudia la biología y el comportamiento de los animales.



### CLIMATÓLOGO

Estudia el clima (precipitaciones, temperatura, etc.) de un entorno.



### ECÓLOGO

Estudia el funcionamiento de un ecosistema (vínculos entre el suelo, las plantas y los animales).



### EDAFÓLOGO

Estudia la composición de los suelos.

Nota: aquí, el ecólogo y el edafólogo pueden ser la misma persona.



Nombre del grupo: .....

Número de ecosistema: .....

Nombre del ecosistema: .....

Localización: .....



**EDAFÓLOGO**

### CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

- ➔ Nombre del suelo:
- ➔ Carbono almacenado (en toneladas de carbono por hectárea):



**CLIMATÓLOGO**

### CLIMA

- ➔ Temperatura (°C):
- ➔ Precipitaciones (mm):



**ECÓLOGO**

- ➔ Describa el ecosistema e identifique los beneficios que aporta



**ZOÓLOGO**

- ➔ Describa las especies del ecosistema y cómo interactúan con él



**ANTROPÓLOGO**

- ➔ Indique el nombre de la comunidad local. ¿Cómo se beneficia del ecosistema?



**ECOSISTEMA 1**  
**EL BOSQUE BOREAL, QUEBEC (CANADÁ)**



Los bosques boreales, o taiga, crecen en suelos llamados *podsoles*. Se trata de bosques de coníferas con muchos lagos, los cuales se utilizan para diversos fines, por ejemplo, para producir la mayor parte de la electricidad de Quebec. La minería y la industria maderera también abundan en los bosques boreales.



Los caribús son grandes mamíferos que viven en Canadá. Migran entre diferentes ecosistemas y pasan el invierno en los bosques boreales, donde se alimentan de líquenes.

**LOS PUEBLOS INDÍGENAS DE LOS BOSQUES BOREALES**

“Desde grandes animales, como el alce y el caribú, a otros más pequeños, como el castor y el conejo, muchos mamíferos comunes en los bosques boreales siguen proporcionando alimento, vestido y herramientas a los pueblos indígenas que habitan estos lugares. Los peces y las aves acuáticas son también una parte importante de la dieta de muchas comunidades remotas, a las que a menudo solo se puede acceder en aeronaves pequeñas. Los árboles, arbustos, hierbas, líquenes y hongos autóctonos también tienen un destacado papel en las culturas indígenas, pues les sirven de alimento, medicina y refugio y les proporcionan materiales”.

Fuente: Boreal Songbird Initiative  
<http://www.borealbirds.org>



## ECOSISTEMA 2 EL DESIERTO AUSTRALIANO



El desierto australiano se ubica en el vasto interior del país (*Outback*). Su suelo se denomina *regosol* y es muy pobre en materia orgánica.

Uluru, también llamada Roca de Ayers (*Ayers Rock*), es una montaña remota ubicada en el centro de Australia. Las tribus locales la consideran sagrada y es un importante elemento espiritual del patrimonio cultural aborígen.

El *Outback* es muy rico en minerales como el hierro, el aluminio, el manganeso y el uranio, lo que explica la importancia de la minería en la región.

En el caluroso desierto australiano, las hormigas de la miel o mieleras encuentran refugio bajo tierra, donde construyen sus grandes colonias. Con tiempo seco y caluroso, solo unas pocas hormigas recolectoras salen a buscar alimento (el néctar de las escasas flores). El néctar que llevan estas hormigas lo almacenan en su abdomen las otras que han permanecido en la colonia. De ese modo, la colonia de hormigas puede sobrevivir con sus reservas de miel, incluso cuando hace demasiado calor para salir.

### LOS ABORÍGENES DE AUSTRALIA

“Aunque en la región de *Spinifex* abundan bastante los canguros y los emús, más al norte, en zonas del desierto del Oeste, los animales grandes (caza mayor) son una fuente de alimento más estacional después de las lluvias de verano. Además de la caza con arpones y bumeranes, los animales también son capturados con elaboradas redes estratégicamente colocadas en los hábitats de comida y bebida. Los lagartos y algunas serpientes también son la fuente de alimento favorita.

Los insectos, especialmente los gusanos del arbusto de *Witchetty* (larvas de los escarabajos perforadores de la madera y de las polillas cócidas), son una valiosa fuente de proteínas. Las hormigas melíferas y la miel de las abejas sin aguijón son muy preciadas por su dulzor”.

Fuente: Australian geographic

<https://www.australiangeographic.com.au/australian-geographic-adventure/adventure/2017/07/surviving-in-the-desert/>



### ECOSISTEMA 3

#### LA SABANA DEL PARQUE NACIONAL DEL SERENGUETI (TANZANIA)



El Parque Nacional del Serengeti se encuentra en Tanzania, en la frontera con Kenia. Allí, la sabana seca crece en *lixisoles*. En este parque viven muchos animales, algo que atrae a numerosos turistas. Las poblaciones locales utilizan la madera, la tierra y el agua para la construcción y la agricultura, así como para cazar y pescar, lo que incrementa aún más la presión humana sobre la flora y la fauna silvestre.



Los elefantes africanos de la sabana son los mamíferos más grandes del planeta. Se alimentan de las hojas de los árboles y en las zonas con alta densidad de elefantes, pueden causar daños a la agricultura local.

#### LOS MASÁIS DE TANZANIA

“Los masáis de Samburu y Laikipia han desarrollado estrategias tradicionales de gestión de recursos naturales, que han utilizado para evaluar, gestionar y restaurar su entorno más directo.

Durante años, ambas comunidades han utilizado observaciones e interpretaciones diferentes y únicas —como las de las estrellas, la productividad de la leche del ganado o la calidad de la piel—, o la “lectura” de los intestinos de los animales sacrificados, los patrones de migración de la fauna, las especies de plantas, etc. para predecir los cambios en los patrones climáticos, así como para determinar la salud del entorno. Estas predicciones meteorológicas tradicionales siguen siendo pertinentes hoy en día y contribuyen a las estrategias de lucha contra la sequía de los pastores”.

Fuente: Conociendo nuestras tierras y recursos: conocimiento indígena y local de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en África (solo en inglés), <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247461>



#### ECOSISTEMA 4

#### LA SELVA TROPICAL DEL AMAZONAS (BRASIL)



La selva amazónica crece en *acrisoles*. Este suelo es muy rico en hierro y tiene un color anaranjado. Gracias al gran número de árboles y a la densa vegetación, el valle del Amazonas ayuda a regular el clima.



Las ranas venenosas son muy comunes en la selva amazónica. Son tóxicas para sus depredadores y se alimentan de diversas especies de moscas que abundan en la selva. Las comunidades locales utilizan el veneno de algunas ranas para fabricar armas de caza. También se utiliza en la industria farmacéutica para producir medicamentos.

#### LOS WAJĀPI DE BRASIL

“El pueblo indígena de los wajāpi vive en una zona de selva bien conservada, cerca de la cabecera de algunos afluentes del río Jari, en el noreste de Brasil. Según los wajāpi, los animales del bosque, a pesar de su apariencia, son en realidad seres humanos con alma. Viven en sociedades similares a las nuestras. Los árboles y la mayoría de las plantas también albergan un alma humana, pero solo los curanderos o los chamanes pueden comunicarse con ellas. Muchos de los rasgos culturales de este pueblo y de sus habilidades para sobrevivir en la selva se las han transmitido los animales. Esta percepción del mundo es la base del conocimiento wajāpi de los procesos ecológicos”.

Fuente: WWF

[https://wwf.panda.org/knowledge\\_hub/where\\_we\\_work/amazon/about\\_the\\_amazon/people\\_amazon/](https://wwf.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/amazon/about_the_amazon/people_amazon/)



**ECOSISTEMA 5**  
**LAS LLANURAS Y LOS BOSQUES TEMPLADOS DE IRLANDA**



Los bosques y las llanuras de Irlanda crecen en *luvisoles*. Se trata de suelos fértiles y ricos en materia orgánica, que proporcionan pastos nutritivos para los animales salvajes y de cría.



Las abejas silvestres, como el abejorro de la foto, viven en los bosques templados y las praderas de Europa, Asia y América del Norte. Recogen el néctar de las flores y transfieren el polen de flor en flor, prestando el importantísimo servicio de la polinización que permite la fecundación de las flores y, con ello, la producción de frutos.

**LA AGRICULTURA EN IRLANDA**

“El país también posee una rica tradición agrícola y ganadera, cuyos conocimientos se han transmitido durante al menos 200 generaciones. Los campos de Ceide, en la costa norte del condado de Mayo, albergan los restos de un paisaje agrícola de la Edad de Piedra de 5 000 años de antigüedad, con muros de piedra que se conservan bajo el creciente manto de fango. Según las investigaciones, en estas tierras vivió una comunidad agrícola muy organizada que trabajaba conjuntamente para limpiar cientos de hectáreas de bosque y dividir la tierra en campos para la cría de ganado”.

Fuente: Ask about Ireland

<http://www.askaboutireland.ie/enfo/sustainable-living/farming-in-ireland-overvi/>



**ECOSISTEMA 6**  
**LAS TIERRAS HELADAS DE GROENLANDIA**



Groenlandia está cubierta de nieve durante gran parte del año. El suelo, llamado *criosol*, puede congelarse y contiene el permafrost. Este permafrost constituye una gran reserva de gases naturales.



Los zorros árticos viven en regiones del extremo norte como Groenlandia, Islandia o el Círculo Polar Ártico. Se alimentan de lemmings, huevos y aves e incluso de pequeñas crías de foca. Su pelaje cambia de color según la estación del año para ayudarles a mimetizarse con su entorno y pasar desapercibidos.

**LOS INUITS DEL ÁRTICO**

“Culturalmente, la ballena de Groenlandia o ballena boreal es el recurso más importante que se explota en la Ladera Norte (*North Slope*). Los ñupiat han cazado estas ballenas durante miles de años y el conocimiento de la caza de ballenas como medio de subsistencia se sigue enseñando a los niños desde una edad temprana. Entre estos conocimientos está la preparación del umiaq, o barca tradicional fabricada con piel de foca, y la gestión de los peligros de viajar por el hielo marino hasta los campamentos balleneros. La preparación del umiaq comienza en verano con la recolección de focas barbudas y caribúes. Las mujeres dedican mucho tiempo a preparar las pieles de foca barbuda, que se utilizarán para recubrir la estructura de madera del barco. Los tendones del caribú se pelan y se secan para convertirse luego en el hilo empleado para coser las pieles de foca que recubren los umiaq. La transmisión de estos y otros conocimientos contribuye a asegurar la continuidad y la supervivencia de la cultura ñupiat”.

Fuente: Cultural Survival

<https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/subsistence-hunting-activities-and-inupiat-eskimo>



## ECOSISTEMA 7 LAS MONTAÑAS DEL TÍBET



El Himalaya es la mayor cadena montañosa del mundo. El *leptosol* presente en este entorno es bastante pobre en materia orgánica. Las montañas del Himalaya albergan numerosos lagos de agua dulce. Muchos ríos que fluyen desde los glaciares del Himalaya abastecen de agua y, a veces, también de electricidad a un gran número de habitantes del sur de Asia.



El leopardo de las nieves es uno de los mayores depredadores de las montañas del Himalaya. Se alimenta de ungulados silvestres (animales de la misma familia que los ciervos o los alces), como tahrs, argalis o markhors, pero también del ganado (ovejas).

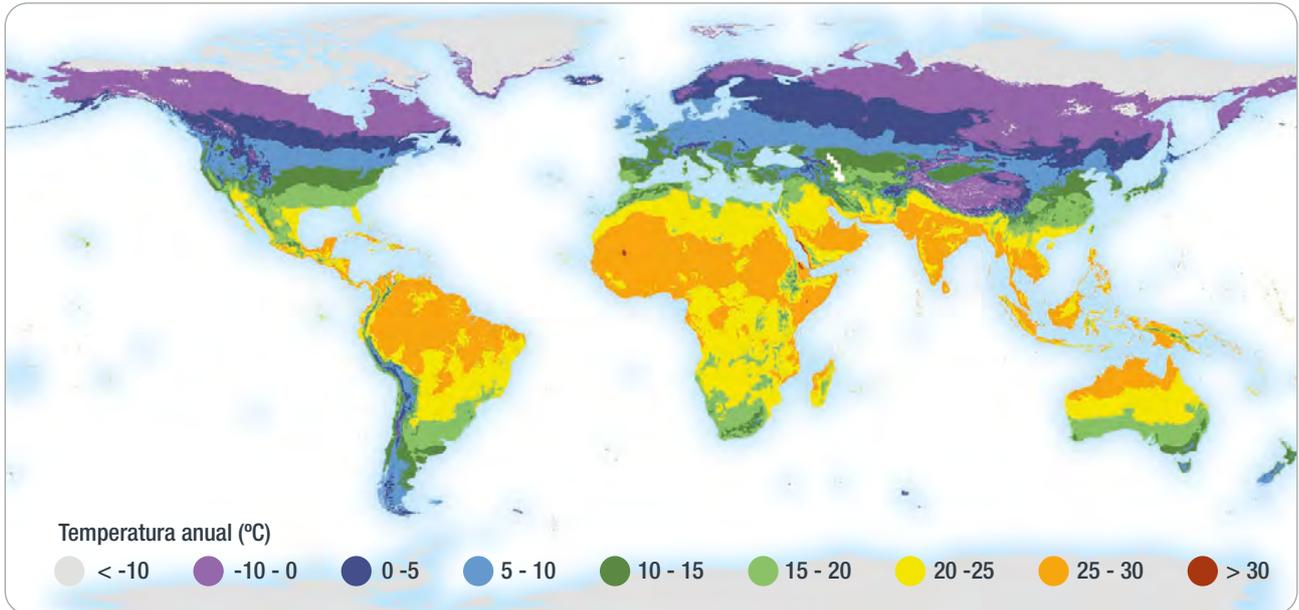
### LOS CHEPANG EN NEPAL

“Los chepang son uno de los grupos indígenas más primitivos de Nepal. Originalmente eran nómadas, pero actualmente han adoptado un estilo de vida seminómada. Los chepang son conocidos por su práctica de la agricultura migratoria o de rotación (agricultura de tala y quema), que es su principal medio de vida. Sin embargo, la agricultura por sí sola no es suficiente para el sustento de las familias, por lo que también dependen de la caza de aves y murciélagos, la pesca y la recolección de *Githa* y *Vyakur* (brotes y raíces) y ñame silvestre. [...] Los chepang adoran la naturaleza, su principal festival es el “Bhui Jyasa” / “Bhumi puja” (una oración por la tierra). También veneran los árboles *Chiuri*. De las semillas que producen estos árboles extraen la mantequilla, que se suele regalar a las chicas chepang cuando se casan”.

Fuente: Indigenous voice  
<https://www.indigenousvoice.com>

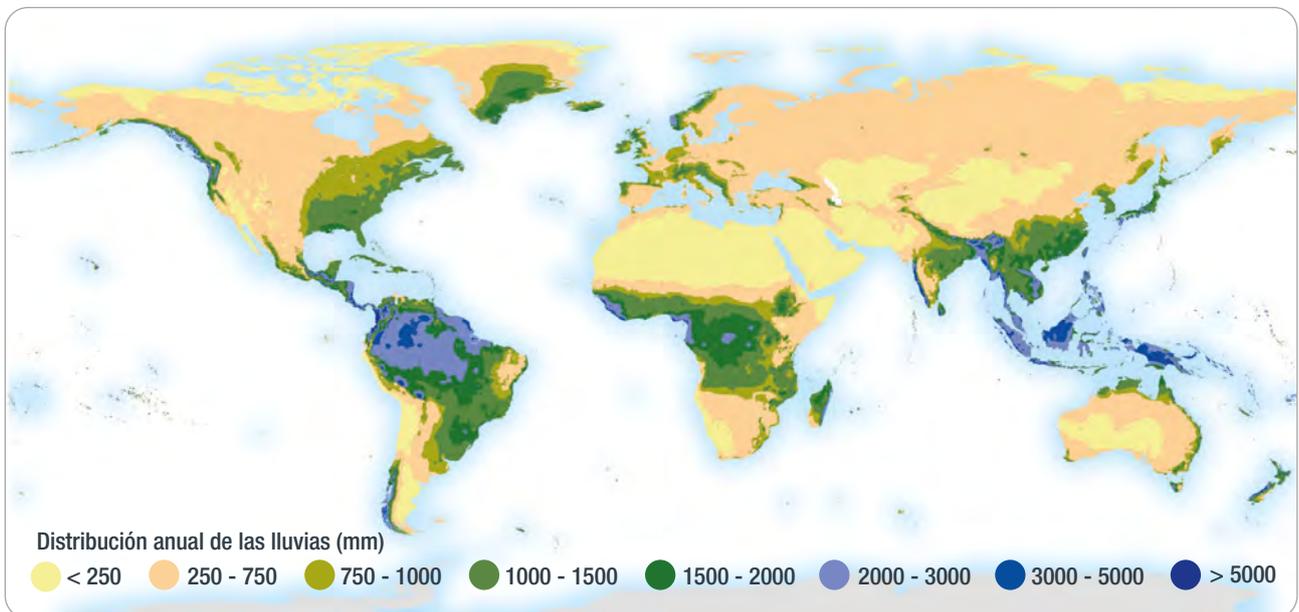


MAPA DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES EN LA TIERRA (EN °C)



Fuente: Atlas mundial de la biodiversidad del suelo  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)

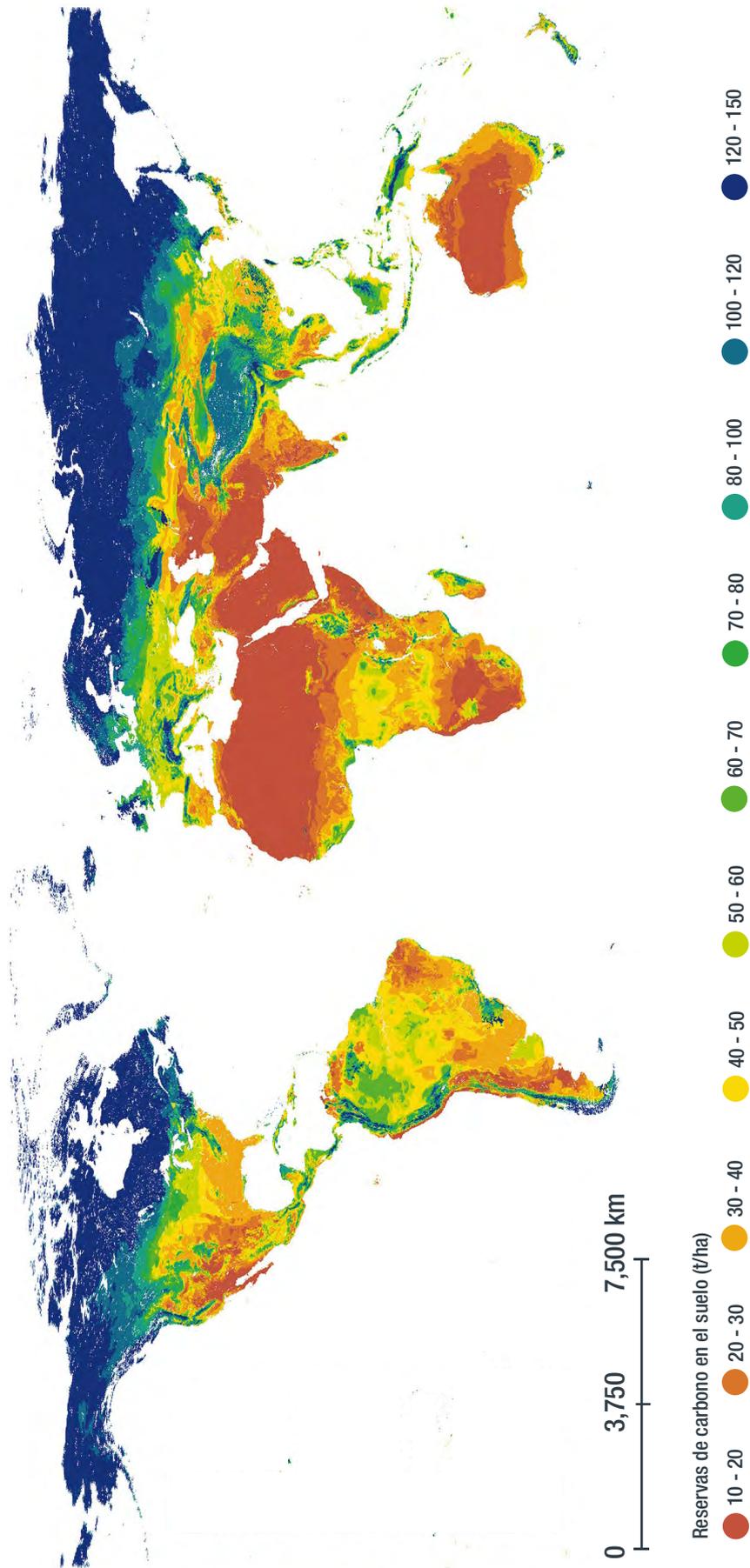
MAPA DE LAS PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES EN LA TIERRA (EN MM)



Fuente: Atlas mundial de la biodiversidad del suelo  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)



MAPA MUNDIAL DE LAS RESERVAS DE CARBONO DEL SUELO EN LA TIERRA



Fuente: Soil carbon 4 per 1000, Minasny et al., Geoderma, 2017: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300095>



	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	CARBONO ALMACENADO	BENEFICIOS APORTADOS POR EL ECOSISTEMA	N.º DE VOTOS A FAVOR DE SU ALEGATO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

### Ejemplos de preguntas:

- ➔ Nombra los ecosistemas y los suelos a los que están asociados.
- ➔ ¿Qué suelo almacena más CO<sub>2</sub>?
- ➔ ¿Cuál es la región más cálida del planeta? ¿Y la más fría?
- ➔ ¿Qué región es la más lluviosa? ¿Y la menos?
- ➔ ¿Qué servicios ecosistémicos útiles para los animales aporta su región?
- ➔ ¿Qué servicios ecosistémicos útiles para las comunidades humanas aporta su región?
- ➔ ¿Existen aspectos o servicios medioambientales realmente específicos de un ecosistema que no se encuentren en otros?
- ➔ ¿Qué “alegato” le gustó más y por qué?

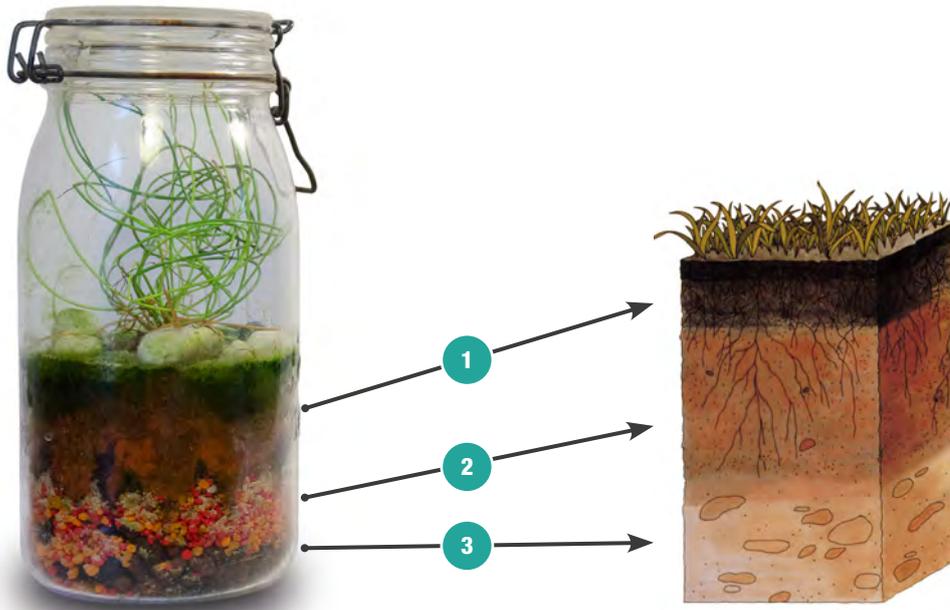


## HOJA DE TRABAJO B2.8

### OPCIONAL: TABLA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DISTINTOS ALEGATOS

Esta tabla se da solo a título indicativo, usted puede utilizar su propio criterio.

	<b>CONTENIDO CIENTÍFICO</b> <i>(nota sobre 2,5)</i>	<b>¿EL ALEGATO FUE INTERESANTE?</b> <i>(nota sobre 2,5)</i>	<b>¿LA PRESENTACIÓN FUE CLARA?</b> <i>(nota sobre 2,5)</i>	<b>ORIGINALIDAD/HUMOR</b> <i>(nota sobre 2,5)</i>	<b>TOTAL</b> <i>(nota sobre 10)</i>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>5</b>					
<b>6</b>					
<b>7</b>					



Fuente: United State Department of Agriculture (adaptación)

- 1 Substrato para jardinería (mezcla de compost y tierra):** rico en materia orgánica, similar a la hojarasca y al humus. Aquí es donde se desarrollarán las raíces. Contiene la macrofauna del suelo (se pueden añadir lombrices, por ejemplo).
- 2 Grava, arena, arcilla o carbón vegetal:** pobre en materia orgánica. Permite la aireación y la retención de agua. Similar al suelo arcilloso o arenoso. El carbón vegetal no es obligatorio, pero ayuda a reducir los olores y la descomposición.
- 3 Guijarros, roca, pizarra, arena gruesa:** principalmente minerales y roca. Similar a la roca madre y a la parte meteorizada de la roca madre que se convierte en suelo.

ECORREGIÓN	SUELO	PLANTAS	COMENTARIOS
<b>Bosque boreal</b>	Suelo ácido poco desarrollado (ej. páramo); arena y pizarra	Líquenes, musgos (musgo Sphagnum), plantas carnívoras, brotes de abeto/pino	Suelos a menudo ácidos, húmedos y fríos. Puede crearse una turbera (musgos y plantas carnívoras). Humedecer bien pero no dejar en condiciones de calor.
<b>Desierto</b>	Arena, guijarros y grava	Cactus y plantas suculentas	Regar poco, mantener en condiciones de calor
<b>Sabana</b>	Sustrato para jardinería, arena, arcilla y guijarros	Hierbas, pequeños arbustos, maní	Riego medio, mantener en condiciones de calor
<b>Selva tropical</b>	Sustrato para jardinería, humus, grava	Musgos, plantas epífitas, potos, orquídeas	Humidificación constante, mejor en un terrario cerrado, mantener en condiciones de calor
<b>Bosque templado</b>	Sustrato para jardinería, arena, grava	Musgos, líquenes, helechos, brotes de árboles	Calor medio, humedad media
<b>Región del Ártico</b>	Rocas, arena, grava	Líquenes y musgos	Terrario cerrado, mantener fresco
<b>Regiones montañosas</b>	Rocas, suelo ácido	Pequeñas plantas de montaña, líquenes, musgos	Mantener en condiciones de frío

# LECCIÓN B3

## EL SUELO COMO RECURSO FUNDAMENTAL

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 30 min
- ~ Actividad: 1 h 20

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Con el fin de evitar la degradación del suelo, los alumnos realizan experimentos para estudiar las propiedades de los diferentes suelos y su cobertura. También estudian su biodiversidad y la función que esta tiene.

Asimismo, aprenden que

- ~ la buena salud del suelo es crucial, pues todos los asentamientos humanos dependen de él (edificios, agricultura, carreteras, etc.);
- ~ el suelo contiene una rica biodiversidad que contribuye a la producción de alimentos a través de la agricultura;
- ~ algunas actividades humanas, como el uso de fertilizantes y pesticidas, los cultivos intensivos o la deforestación pueden provocar la degradación del suelo. La biodiversidad inherente al suelo puede reducir la necesidad de fertilizantes y pesticidas.
- ~ la erosión puede ser una amenaza para la estabilidad del suelo y, por ende, para las actividades humanas. Puede reducirse si crecen plantas en el suelo.

### PALABRAS CLAVE

Suelo, humus, materia orgánica, biodiversidad, descomponedores, materia mineral, erosión, degradación del suelo

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Experimentación, análisis de documentos

## PREPARACIÓN 30 MIN

### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO B3.1, B3.2, B3.3, B3.4, B3.5, B3.6 y B3.7.**
- Varias muestras de suelo (pueden aportarlas los alumnos o usted mismo. Trate de elegir suelos de diferentes lugares). Ver la sección **PREPARACIÓN DE LA CLASE** a continuación.
- Bolsas de plástico transparentes (bolsas de congelación, por ejemplo): 1 por alumno
- Opcional: computadoras / celulares / tabletas con acceso a Internet (1 por grupo)



- **Para los equipos de biólogos (para cada grupo):**
  - Lupas y, si es posible, microscopios binoculares (1 para cada grupo de 4 alumnos).
  - Embudos (1 para cada muestra de suelo). Se puede fabricar uno plegando una hoja de papel o cortando por la mitad una botella de plástico y colocándola al revés (véase el documento explicativo en esta lección).
  - Botellas de plástico cortadas por la mitad (1 por grupo). Véase la **HOJA DE TRABAJO B3.4**.
  - Tamiz o rejilla de metal o plástico (1 para cada muestra de suelo, o bien reutilizar el mismo)
  - Alcohol desnaturalizado (70 %)
  - Una lámpara con focos incandescentes (no usar LED, ya que el experimento necesita calor), 1 por grupo.
  - Depósitos negros (1 por grupo)
- **Para los equipos de ingenieros agrónomos (para cada grupo):**
  - 2 botellas de plástico cortadas por la mitad a lo largo
  - 2 vasos de plástico
  - Cuerdas
  - Un rectángulo de hierba de 15 x 10 cm (con las raíces y la tierra intactas). O un poco de mantillo U hojarasca
  - Una botella de agua o una regadera

### PREPARACIÓN DE LA CLASE

**! OBLIGATORIO: DEBE HACERSE UNOS DÍAS O UNA SEMANA ANTES DE LA CLASE**

- **Debe tomar muestras de suelo.** Dependiendo del tiempo del que disponga, puede hacerlo con los alumnos en una actividad específica (i), pedirles que lo hagan en casa (ii) o hacerlo usted mismo (iii).

En cualquier caso, deben elegirse varias muestras de al menos dos lugares diferenciados: una muestra de un bosque, por ejemplo (para que sea suelo “natural”) y otra de una zona cultivada o cercana a un camino (suelo “artificial”). Por lo tanto, cada grupo de alumnos debe tener al menos dos muestras de suelo (“natural” y “artificial”).

Asegúrese de que las muestras son lo suficientemente grandes (unos 2-3 vasos para cada grupo de alumnos) para llevar a cabo varios experimentos. Las muestras se pueden tomar hasta 3-4 días antes de los experimentos (pero no más), para conservarlas y preservar su biodiversidad.

- i. Imprima y distribuya la **HOJA DE TRABAJO B3.1** (1 para cada alumno). Salga con sus alumnos, examine el suelo y recoja muestras de suelo siguiendo las instrucciones de la hoja de trabajo. Tome fotos de la zona de donde recoja las muestras.
  - ii. Imprima y distribuya la **HOJA DE TRABAJO B3.1** (una por alumno). Pida a sus alumnos que recojan muestras de suelo cerca de casa o en los alrededores y que las lleven a clase el día de la actividad. Pídales que sigan las instrucciones de la **HOJA DE TRABAJO B3.1** y que tomen fotos de la zona de donde recogieron las muestras.
  - iii. Recoja muestras para la clase y tome fotos del lugar donde las recogió. El día de la actividad de análisis de suelos, imprima y distribuya la **HOJA DE TRABAJO B3.1** (1 para cada alumno).
- Para los equipos de “ingenieros agrícolas” también necesitará, para cada grupo, un rectángulo de 15 x 10 cm de hierba (con las raíces y la tierra intactas). Si no es posible conseguirlo, puede llevar mantillo y hojarasca en su lugar.
  - Imprima la **HOJA DE TRABAJO B3.3** (1 para cada alumno).
  - Opcional: Imprima la **HOJA DE TRABAJO B3.2** (1 para cada grupo de 4 alumnos). También puede mostrarse a toda la clase en lugar de imprimirla.
  - Imprima las **HOJAS DE TRABAJO B3.4** y **B3.5** (1 para cada grupo de “biólogos”) y las **HOJAS DE TRABAJO B3.6** y **B3.7** (1 para cada grupo de “ingenieros agrónomos”).

## INTRODUCCIÓN 10 MIN

En las lecciones anteriores, los alumnos aprendieron que la temperatura de la atmósfera está aumentando y que este calentamiento global está teniendo un impacto en la tierra, que es esencial para los seres humanos en muchos sentidos, en particular para la agricultura. Comience la sesión preguntando a sus alumnos: *¿Cuál es la capa más superficial de la tierra que sustenta todas las actividades humanas?* La respuesta es el suelo.

A continuación presentamos algunas preguntas clave para guiar un debate en clase. Anote las respuestas de los alumnos en la pizarra:

- *¿Por qué creen que el suelo es importante?*
- *¿Qué contiene el suelo?*
- *¿Son todos los suelos iguales en el mundo?*

- *¿Creen que las actividades humanas tienen un impacto en el suelo? ¿En qué sentido?*
- *¿Cómo podemos encontrar las respuestas a estas preguntas?* Los alumnos deberían mencionar cosas como que se investigue y/o se examine el suelo con detenimiento.

## PROCEDIMIENTO 1 H

### PARTE 1: UN SUELO SANO 15 MIN

1. En primer lugar, recoja las muestras traídas por los alumnos y coloque las distintas bolsas en una mesa en un rincón del aula, con un papel que indique dónde se recogieron. Pida a los alumnos que echen un vistazo rápido a las muestras, pero sin abrir las bolsas. *¿Qué notan?* Deben notar que las muestras son variadas.
2. Una vez que los alumnos hayan vuelto a sus asientos, divida la clase en grupos de 4 y entregue a cada grupo una muestra de suelo. Deje que observen y describan las muestras utilizando los distintos sentidos (vista, oído, tacto y olfato) para rellenar la tabla de la **HOJA DE TRABAJO B3.1**. A continuación, cada grupo debe presentar sus conclusiones a los demás. Escriba en la pizarra las palabras que han utilizado. También se puede dibujar una nube de palabras, utilizando por ejemplo este recurso: <https://worditout.com/word-cloud/create>. Este ejercicio debería ayudar a los alumnos a observar los puntos en común (*¿Qué palabras aparecen más a menudo?*) y las diferencias entre las muestras. En este punto, deberían ser capaces de completar las dos últimas filas de la tabla.
3. Mientras comparan las distintas muestras, pregúnteles: *¿Pueden explicar las diferencias que ven entre las muestras?* En realidad, la proporción de componentes variará en función del lugar de donde se haya extraído la muestra: la muestra de un jardín será más rica en materia orgánica que la muestra tomada cerca de un camino. *¿Qué muestras de suelo creen que son más adecuadas para la agricultura o el cultivo de plantas?* Algunas muestras pueden contener más piedras y menos materia orgánica: se trata de suelos más bien “pobres”.
4. En este punto, sus alumnos deben ser capaces de dar una definición general de lo que constituye un suelo: es una mezcla de materia orgánica (procedente de los seres vivos) y de materia mineral (procedente principalmente de piedras y rocas). Algunos suelos contienen más materia orgánica que otros. Pregúnteles qué diferencias hay entre los suelos “naturales” y los “artificiales”.

5. Para la siguiente actividad, explique a sus alumnos que una agricultora les ha preguntado si su actividad profesional está “dañando” el suelo o no y les ha dicho que le gustaría poder seguir cultivando en él, al tiempo que se asegura de seguir las mejores prácticas. Para ello, se ha puesto en contacto con un equipo de biólogos (para aprender más sobre la biodiversidad del suelo y su uso en agricultura) y a un equipo de ingenieros agrónomos (para saber cómo desarrollar su terreno). Los alumnos se repartirán entre los dos equipos.

6. Distribuya o muestre la **HOJA DE TRABAJO B3.2** y explique que la degradación del suelo se produce cuando se deteriora su estado, lo que supone que ya no puede cumplir su función. Pregunte a sus alumnos: *¿Qué observan en este mapa? ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de la degradación del suelo para los habitantes de estas regiones? Según ustedes, ¿cuáles podrían ser las causas de la degradación del suelo?* Los alumnos pueden mencionar causas físicas (como sequías o inundaciones) o causas relacionadas con el ser humano (como el uso de fertilizantes y pesticidas, la agricultura intensiva, la deforestación, etc.).

7. Distribuya la **HOJA DE TRABAJO B3.3** para que los alumnos la completen a partir de lo que han aprendido durante esta actividad. Pídales que clasifiquen las diferentes causas de la degradación del suelo según su origen: causas humanas y causas relacionadas con el clima. Si no se les ocurre ninguna, aquí van algunas ideas: inundaciones, sobrepastoreo, sequías, uso de pesticidas y fertilizantes, deforestación y lluvias torrenciales.

8. A continuación, asigne a cada grupo de 4 un papel: biólogo o ingeniero agrónomo. Asegúrese de que haya más o menos el mismo número de grupos para cada papel y pídale que lean atentamente la **HOJA DE TRABAJO B3.4** o la **B3.6** para saber cuál será su tarea.

**→ CONSEJOS PARA EL PROFESOR**

Para los alumnos más jóvenes, sugerimos que su clase solo desempeñe el papel de “biólogo” y que, por tanto, solo realice uno de los dos experimentos: el del embudo de Berlese. Si dispone de tiempo suficiente, los alumnos pueden realizar ambos experimentos, pero por separado, para que a usted le resulte más fácil comprobar que se siguen los protocolos correctamente.

Con los alumnos de menor edad, puede ser preferible que usted mismo realice los experimentos para asegurarse de que no se lastimen y de que siguen correctamente los protocolos.

9. Distribuya el material para cada grupo, tal y como se mencionó al inicio de esta lección.

10. Reparta la **HOJA DE TRABAJO B3.5** a los biólogos y la **HOJA DE TRABAJO B3.7** a los ingenieros agrónomos. Los biólogos aprenderán el papel que desempeña la fauna del suelo, mientras que los ingenieros descubrirán por qué algunas actividades humanas (como el cultivo de la palma aceitera, por ejemplo) conducen a la deforestación y, por tanto, degradan el suelo.



**CONCLUSIÓN 10 MIN**

Organice un debate en clase basado en el diagrama de la **HOJA DE TRABAJO B3.3** y recapitule los siguientes aspectos:

- El suelo contiene tanto materia orgánica como mineral, en cantidades variables.
- La degradación del suelo puede estar causada por diversos factores, en particular las actividades humanas y los fenómenos relacionados con el clima.
- El suelo es un ecosistema en sí mismo que incluye seres vivos llamados descomponedores. Estos desempeñan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica, proporcionando minerales a las raíces de las plantas.
- La deforestación ligada a las actividades humanas hace que el suelo sea más vulnerable a la degradación.
- Una cubierta vegetal es una buena forma de prevenir la erosión y la degradación del suelo. También hace que el suelo sea más resistente a las inundaciones o a las lluvias torrenciales.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

El suelo puede definirse como el elemento material de la superficie del terreno sobre el que crecen las plantas. Esta definición no incluye las construcciones humanas como, por ejemplo, las banquetas.

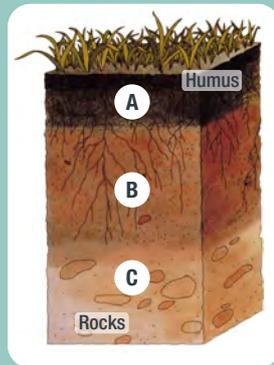
### ORGANIZACIÓN DEL SUELO

Desde el punto de vista estructural, se pueden distinguir 3 capas:

→ La primera **(A) es la capa de humus**. Se compone principalmente de materia orgánica vegetal y animal en descomposición llamada humus. Este nivel es relativamente pobre en minerales debido a la lixiviación.

→ La segunda **(B) es una mezcla de materia orgánica y mineral**, así como de raíces de plantas. También se pueden observar pequeños fragmentos de roca.

→ La última **(C), la más profunda, es la roca madre** (calcárea, granítica, roca volcánica, etc.) y se llama sustrato.



Fuente: USDA (adaptación)

También es posible establecer una clasificación según el tamaño de los diferentes materiales, es decir, lo que se denomina textura del suelo. Las partículas pueden clasificarse en tres grupos: arena, limo y arcilla (las más finas). Los suelos suelen estar formados por una combinación de estos tres tipos de materiales y es su porcentaje relativo el que define la textura. Aparte de lo ya mencionado, también pueden verse guijarros de diferentes tamaños.

### FORMACIÓN DEL SUELO

El suelo se compone de **materia mineral y orgánica**, lo que indica que su formación requiere una interacción entre la roca madre y los organismos vivos. Dicha formación es un proceso largo que puede durar varios cientos o miles de años y es también el resultado de varios factores:

1. El primero es el **clima**: la temperatura y la humedad tienen una gran influencia en la formación del suelo al determinar la velocidad de las reacciones químicas y proporcionar las condiciones de vida adecuadas para los organismos que lo colonizan. Así, un suelo en una región fría y seca necesitará más tiempo para formarse que un suelo en una zona cálida y húmeda.
2. Como ya se ha mencionado, los **organismos vivos** desempeñan un papel fundamental en la formación del suelo, en particular al dividir las

rocas en pequeños fragmentos y producir dióxido de carbono, que erosiona las rocas.

3. La **topografía de la zona** también es un factor importante, que se traduce en una exposición al sol y una capacidad de retención de agua particulares.
4. La **naturaleza de la roca madre** tiene una importancia crucial, pues da lugar a diferentes composiciones químicas: por ejemplo, un suelo desarrollado sobre una roca madre caliza será más rico en calcio que un suelo de origen granítico.
5. El último factor es, por supuesto, **el tiempo**. Cuanto más viejo es un suelo, más expuesto está a la erosión y la alteración por agentes atmosféricos.

Estos cinco factores explican por sí solos la diversidad de suelos que podemos observar en todo el mundo.

### BIODIVERSIDAD DEL SUELO

La presencia de descomponedores, tanto en el suelo como en su superficie, es un elemento esencial en su formación. Estos seres vivos interactúan con otros organismos del suelo formando una enorme red alimentaria que comienza con las plantas. Los descomponedores utilizan la materia orgánica muerta de las plantas para convertirla en materia mineral, la cual sirve a su vez como nutriente para las plantas. Todo ello funciona como un ciclo ininterrumpido (véase la [lección C4, pág. 183](#), para más información sobre este tema). Si esta biodiversidad se ve amenazada, también el ciclo está en peligro.

### SUELO Y CAMBIO CLIMÁTICO

El suelo es también una importante reserva de carbono (véase [lección A4, pág. 55](#)) y se considera **tanto un sumidero como una fuente de carbono**. Este carbono está estrechamente relacionado con el proceso de descomposición: el suelo está compuesto principalmente por materia orgánica y durante su descomposición se libera dióxido de carbono. El suelo también tiene un importante papel en la estabilidad de los edificios y las infraestructuras. Debido a la mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos como consecuencia del cambio climático, **esta estabilidad puede verse amenazada si se generaliza la erosión del suelo**.

### DEGRADACIÓN DEL SUELO

Son muchos los procesos que afectan al suelo y, por tanto, a sus funciones. El IPBES<sup>1</sup> define la **degradación del suelo** como “el conjunto de procesos inducidos por el hombre que conducen a la disminución o pérdida de biodiversidad y de funciones o servicios ecosistémicos en cualquier ecosistema terrestre y acuático asociado”. En esta lección incluimos, además, factores como el clima, la erosión del suelo, la deforestación y la agricultura intensiva.

1 Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas [https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm\\_3bi\\_ldr\\_digital.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm_3bi_ldr_digital.pdf)



## CÓMO OBTENER UNA BUENA MUESTRA DE SUELO

### MATERIAL

- Una pala
- Bolsas de plástico transparente, por ejemplo, de congelación
- Un marcador fluorescente
- Un mapa o sistema GPS
- Una cámara o una hoja de papel y bolígrafos
- Una regla o cinta métrica

### MÉTODO

1. Registrar la ubicación de la muestra en un mapa o con un GPS.
2. Hacer un dibujo o tomar una foto del lugar elegido, por ejemplo, un jardín, un bosque, el borde de un camino, etc.
3. Para obtener una buena muestra de suelo, es necesario cavar con una pala un agujero de al menos 20 cm de profundidad y 20 cm de ancho.
4. Introducir la muestra en una bolsa de plástico con las iniciales del alumno.

## ¿QUÉ ASPECTO TIENE MI MUESTRA?

Familiarízate con su muestra tocándola y oliéndola y tome notas para rellenar la siguiente tabla. Puedes utilizar la siguiente información:

### ¿CÓMO DESCRIBIR MI MUESTRA DE SUELO?

Si las piedras del suelo son del tamaño de la punta de los dedos se denominan “grava”. Las partículas de roca más pequeñas forman la “arena” y pueden verse a simple vista. Las partículas diminutas se llaman “limos” y se necesita una lupa para verlas. El limo es de tacto suave. Las partículas más finas constituyen la “arcilla”: hay que usar un microscopio para verlas y se escurren entre los dedos.

Los mejores suelos para la agricultura contienen la mitad de arena y un poco de limo y arcilla.

## MI MUESTRA DE SUELO

¿De dónde procede?

¿De qué color es?

¿A qué huele?

¿Qué elementos puedo identificar en él?

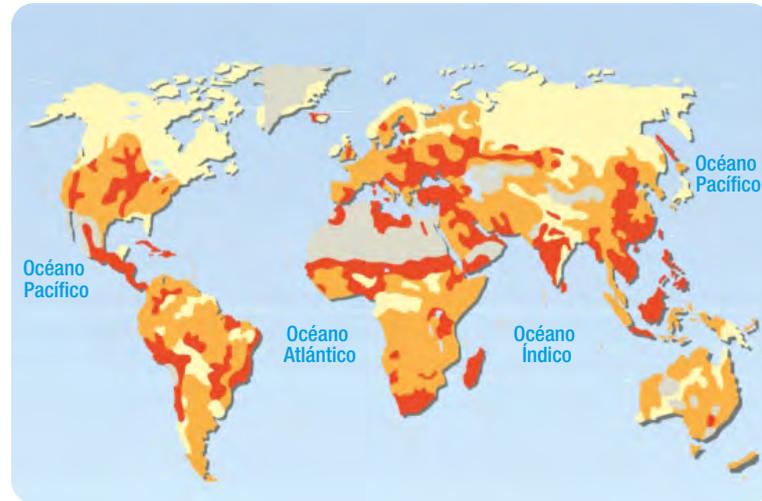
¿Qué tienen en común todas las muestras?

¿Qué diferencias hay entre las muestras?

También es posible detectar elementos que provienen de seres vivos: raíces, restos de madera, insectos, hojas, etc. ¡Intenta identificar el mayor número posible!

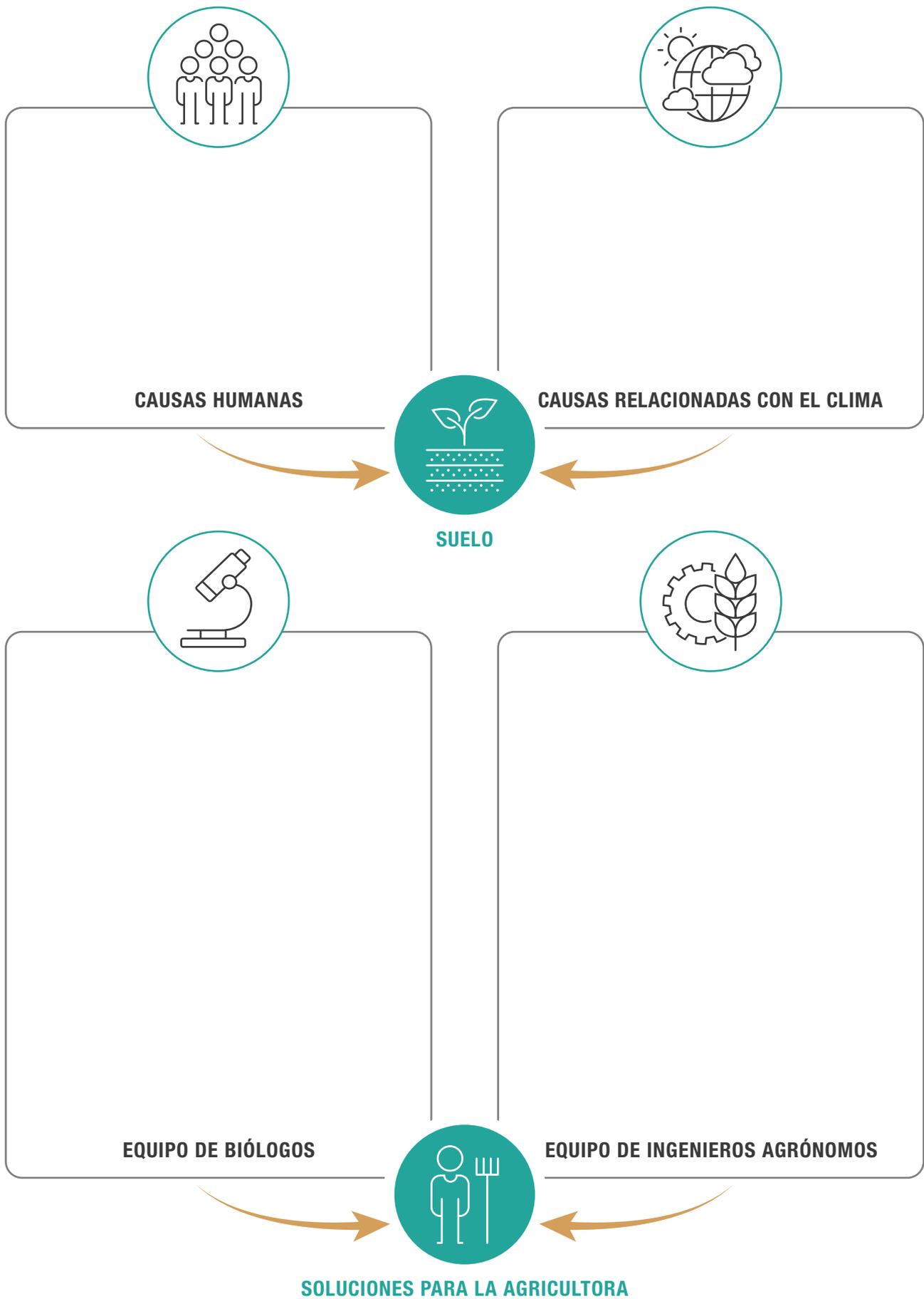


### MAPA DEL MUNDO DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO



- Suelo muy degradado
- Suelo degradado
- Suelo estable
- Suelo sin vegetación

Fuente: Adaptado de una infografía por Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal.  
<https://www.grida.no/resources/6338>





## BIÓLOGOS

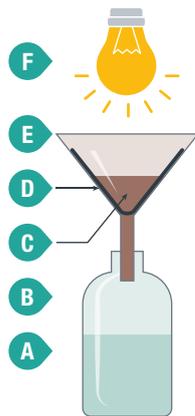
Son un equipo de biólogos y tienen que estudiar la **biodiversidad del suelo** y entender por qué un suelo con una alta biodiversidad es **útil para la agricultura**. Acaban de recibir una muestra de suelo que tienen que analizar, así como varios documentos para conocer mejor la función de los seres vivos que se encuentran en él.

### Su misión:

- ➔ Utilizando el siguiente protocolo, realizar un experimento para recoger la biodiversidad del suelo.
- ➔ Identificar el mayor número posible de seres vivos utilizando la clave de identificación.
- ➔ Compartir los resultados con los de otros grupos que han trabajado con muestras de suelo diferentes.
- ➔ Utilizando la **HOJA DE TRABAJO B3.5**, explicar la función de estos seres vivos y por qué son importantes para la agricultura.

### DOCUMENTO 1: EXPERIMENTO – EL EMBUDO DE BERLESE

Para capturar y observar los insectos de la muestra de suelo, utiliza el siguiente método o vea el siguiente video.



### MÉTODO

1. Vierte una pequeña cantidad de alcohol en el fondo de la botella.
2. Coloca el filtro dentro del embudo y rellénalo con la muestra de suelo.
3. Cubre todo el montaje con papel negro (opcional).
4. Coloca la lámpara sobre la muestra de suelo y préndela.
5. Al cabo de unos minutos, deberías empezar a ver que algunos pequeños organismos caen en el alcohol.
6. Apaga la luz y recoge los organismos para observarlos con unos binoculares o una lupa.
7. Con ayuda de la **HOJA DE TRABAJO B3.5**, intenta identificar el mayor número de organismos posible.

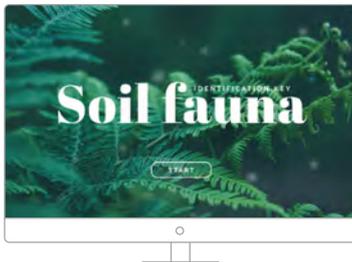
- A** Líquido de conservación (alcohol de 70°)
- B** Botella
- C** Muestra de suelo
- D** Filtro
- E** Embudo
- F** Lámpara (fuente de calor)

### CONCLUSIONES DE LOS BIÓLOGOS

- ➔ Lista de organismos vivos encontrados en mi muestra de suelo:
- ➔ Lista de organismos vivos encontrados en la muestra de suelo de otro grupo:
- ➔ ¿Cómo pueden explicar las diferencias?
- ➔ ¿Qué función cumplen los organismos vivos en el suelo?
- ➔ ¿Por qué son importantes para la agricultura?



## DOCUMENTO 2: IDENTIFICAR LA FAUNA DEL SUELO



En este enlace encontrarás una clave de identificación interactiva que te permitirá averiguar qué organismos hay en su muestra de suelo. Solo tienes que dar click en la descripción correcta de cada página hasta llegar a tu animal.



## DOCUMENTO 3: EL PAPEL DESEMPEÑADO POR LA FAUNA DEL SUELO



Fuente: Wim van Egmond 2017, <https://youtu.be/Mxp1nnrUG0Q>

Estas imágenes muestran los resultados de dos experimentos realizados para estudiar el papel de la fauna del suelo en la descomposición de la materia orgánica, la cual se transforma posteriormente en **materia mineral útil para el crecimiento de las plantas. Los pequeños animales que participan en la descomposición de la materia orgánica se llaman “descomponedores”.**

El contenido del tanque de la izquierda se calentó en un horno. Eso eliminó la fauna, aunque algunos hongos microscópicos sobrevivieron. En la cubeta de la derecha, se conservó intacta toda la fauna, incluidas las lombrices de tierra, los isópodos, etc. Las fotos fueron tomadas después de 15 semanas. Las hojas de la derecha están casi completamente incorporadas al suelo, mientras que las de la izquierda aún están enteras, como al principio.

## DOCUMENTO 4: INTERACCIONES ENTRE LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS Y LOS MICROORGANISMOS



Esta imagen muestra diversas estructuras, llamadas “nudosidades”, que pueden desarrollarse en las raíces de algunas plantas, sobre todo de la familia de las leguminosas (guisantes, lentejas, soja, etc.). Estas nudosidades parecen pequeños granitos y aparecen cuando ciertos microorganismos (bacterias) se asocian a las raíces, **lo que permite a las plantas absorber más minerales del suelo.**



Las raíces de algunas plantas se asocian con otros microorganismos: los hongos. Estos son invisibles a simple vista, pero pueden observarse en esta foto (“capa” blanca alrededor de las puntas de las raíces) tomada con microscopio. Este tipo de asociación entre una raíz y un hongo se llama micorriza y **permite a la planta absorber mejor el agua del suelo.**



## INGENIEROS AGRÓNOMOS

Son un equipo de ingenieros agrónomos y tienen que estudiar cómo la cubierta del suelo puede evitar la erosión. Les acaban de dar dos muestras de suelo: una, que solo contiene tierra, y otra, cubierta de hierba o mantillo. Tendrán que decidir cuál de las dos es “mejor” para evitar la degradación del suelo por la erosión. **Su misión:**

- ➔ Comprender cómo el agua provoca la erosión.
- ➔ Siguiendo el protocolo que se indica a continuación, realizar un experimento para comparar cómo reaccionan al riego dos muestras de suelo diferentes.
- ➔ Comparar los resultados con los de los otros grupos.
- ➔ Con ayuda de los documentos siguientes, explicar por qué las actividades humanas pueden provocar la deforestación.
- ➔ Explicar cómo la deforestación puede afectar a la función del suelo como soporte y pensar en una solución para que la agricultora maximice sus rendimientos y preserve el suelo.

## DOCUMENTO 1: ¿QUÉ ES LA EROSIÓN?

Cuando llueve, el agua que no es utilizada por las plantas, que no se evapora o que no es absorbida por el suelo **fluye lentamente por la superficie** hacia las cuencas hidrográficas cercanas (lagos, ríos, arroyos, etc.). Esta **agua puede transportar material del suelo** de un lugar a otro. Este proceso se llama erosión. Si el flujo de agua es lento, la erosión se produce muy lentamente.



Pero si el agua fluye rápidamente, la capa superficial del suelo puede ser arrastrada e incluso provocar **desprendimientos de tierra**.

Fuente: Encyclopædia Britannica, Inc.

DOCUMENTO 2: CONSTRUIR UN MODELO PARA ENTENDER LA EROSIÓN <sup>1</sup>

1. Llena de tierra dos botellas cortadas por la mitad verticalmente.
2. Cubre una muestra de suelo con hierba, mantillo u hojas secas, y deja la otra con la tierra desnuda, sin cubrir.
3. Cuelga dos vasos de las botellas con una cuerda. Las botellas deben formar un ángulo de 25-40° con los cuellos inclinados hacia abajo. Se creativo/a para encontrar la mejor forma de hacerlo.
4. Introduce la tierra en las dos botellas.
5. Vierte agua sobre cada muestra (si la tierra no ha tenido tiempo de compactarse, desecha los primeros centímetros de agua que caigan en los vasos).
6. Utiliza una regadera para verter la misma cantidad de “luvia” sobre cada muestra.

Mira este [video](#) para ver el experimento:



<sup>1</sup> Este experimento está basado en el que se presenta en el del sitio web Soils4Teacher, consultable [aquí](#). La OCE agradece calurosamente a sus autores esta aportación.

## CONCLUSIONES DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS

- ➔ Compáren las diferencias en la claridad del agua en cada vaso y con los resultados de los otros grupos (especialmente si tienen muestras diferentes):
- ➔ ¿Cómo pueden explicar estas diferencias?
- ➔ Observen la superficie del suelo antes, durante y después del “episodio de lluvia”. ¿Qué suelo les parece más adecuado para limitar los desprendimientos de tierra?



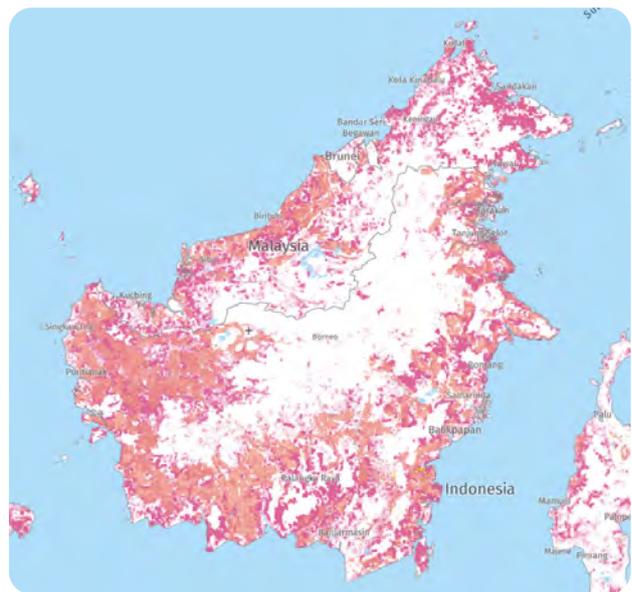
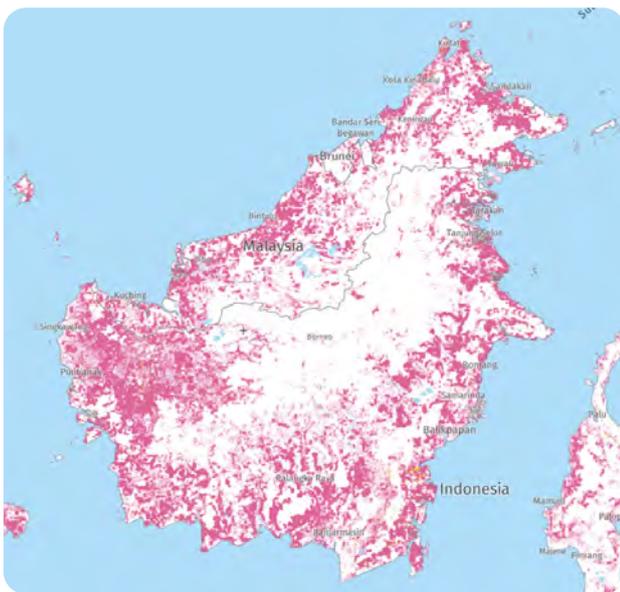
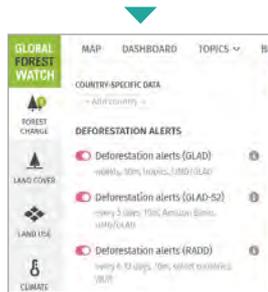
## DOCUMENTO 3: EVOLUCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN

Si tienes acceso a Internet, ve al sitio web de Global Forest Watch: <https://www.globalforestwatch.org/map>. Si no, observa los siguientes mapas.

Haz zoom en las islas de Malasia e Indonesia en el sudeste asiático.

En el menú desplegable de la izquierda, haz clic en “forest change” (cambios en los bosques) y luego solo en “deforestation alerts” (alertas de deforestación) y observa los puntos rosados: cuanto más rosados son, más deforestación hay.

A continuación, haz clic en “land use” (uso de la tierra) y activa el botón “palm oil concessions” (concesiones para cultivar palma aceitera). Observa dónde se encuentran las concesiones (en naranja) en relación con la tasa de deforestación.

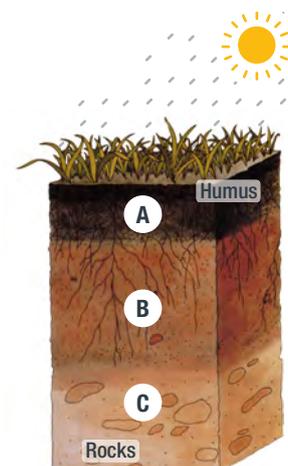


## DOCUMENTO 4: ¿POR QUÉ LA DEFORESTACIÓN ES UN PROBLEMA?

El suelo está estructurado en diferentes capas. Como se puede ver en la imagen, la capa superficial (capa A) es donde crecen las raíces y donde se encuentra la mayor biodiversidad. Las raíces desempeñan un papel esencial en la estabilización del suelo.

La capa superior del suelo es, por tanto, la más rica en minerales y nutrientes, esenciales para el crecimiento de las plantas. Si esta capa es arrastrada por lluvias torrenciales, la siguiente generación de plantas (o cultivos) tendrá dificultades para crecer. **Si el suelo está dañado, la erosión es más probable y los rendimientos y la productividad se ven más afectados.**

La creciente demanda de productos básicos como el café, la soja, el aceite de palma y el trigo por parte de una población cada vez más numerosa ha provocado el desbroce de tierras a gran escala para la agricultura. Lamentablemente, la tala de árboles autóctonos y su sustitución por nuevos cultivos arbóreos cuyas raíces no penetran bien en el suelo aumenta el riesgo de erosión. Con el tiempo, a medida que se pierde la capa superficial del suelo (la parte más rica en nutrientes), la agricultura se ve amenazada.



Fuente: USDA (adaptación)

## LECCIÓN B4

# BOSQUES, HUMANOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 1 h (actividad preparatoria) + ½ día de excursión + 1 hora de sesión informativa

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Durante una excursión por el bosque, los alumnos aprenden:

- ~ a familiarizarse con su entorno inmediato y sus recursos, utilizando un enfoque sensorial;
- ~ a recoger muestras siguiendo un protocolo científico;
- ~ a definir con criterios precisos lo que es un árbol y un bosque;
- ~ las necesidades de los árboles;
- ~ que los bosques albergan una importante biodiversidad;
- ~ el impacto del cambio climático en los bosques y cómo los bosques pueden limitar el cambio climático.

### PALABRAS CLAVE

Bosque, árbol, fotosíntesis, almacenamiento de carbono, ecosistema, madera, biodiversidad, deforestación

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Enseñanza al aire libre, experimentación, análisis de documentos



- Planifique la ruta para llegar de forma segura.
- Asegúrese de que se cumplen los requisitos legales y se toman todas las precauciones para realizar la actividad.
- Pida la colaboración de padres, expertos en la materia o compañeros.
- Según el pronóstico del tiempo, recuerde a los alumnos que deben llevar ropa adecuada.
- Establezca normas de seguridad y comportamiento, como no lanzar objetos, no llevar palos, no tocar plantas urticantes, con espinas, venenosas, etc.
- Acuerde con los alumnos una señal para que la clase se reúna en torno al profesor.

### MATERIAL PARA LA EXCURSIÓN

- **HOJA DE TRABAJO B4.1** (1 para 2 grupos de 4). Plastifíquela si quiere reutilizarla.
- **HOJA DE TRABAJO B4.2** (1 para cada alumno).
- **HOJA DE TRABAJO B4.3** (1 para cada grupo). Cada tema deberá recortarse por las líneas punteadas.
- **HOJA DE TRABAJO B4.4** (1 para cada grupo de 4). Plastifíquela para evitar que se deteriore.
- Bolsas de plástico para la recogida de muestras.
- Cámara y/o grabadora y/o celular para grabar los sonidos del bosque.
- Guantes (para evitar el contacto directo con especies potencialmente tóxicas).
- Un termómetro para medir la temperatura del aire.
- Un medidor de luz (luxómetro) o una aplicación de celular para medir los niveles de luz.
- Una cinta métrica o trozos de cuerda y un flexómetro o cinta métrica de rueda (una por grupo).
- Una calculadora o un celular por grupo.
- Libros/acceso a Internet para responder a las preguntas que los alumnos puedan plantear (también puede recurrir a la sección “Información de referencia para el profesor”).

### PREPARACIÓN 10 MIN

Esta lección se centra en el bosque. Las actividades que se enumeran a continuación son solo sugerencias y pueden adaptarse según el contexto. La idea es que los alumnos puedan “sentir” realmente el bosque en todas sus dimensiones. Puede ser conveniente combinar esta lección con la anterior sobre el suelo.

### COSAS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA ANTES DE LA EXCURSIÓN

- Recopile información sobre bosques cercanos y accesibles y, si no hay ninguno, sobre un parque urbano con una gran variedad de plantas y árboles.

### MATERIAL PARA EL AULA

- **HOJA DE TRABAJO B4.5** (1 para cada pareja de alumnos)
- Computadora con acceso a Internet (uno para cada pareja de alumnos). Si no puede disponer de computadoras, imprima la **HOJA DE TRABAJO B4.6**.

## PREPARACIÓN DE LA EXCURSIÓN 1 H (UNA SEMANA ANTES)

En las lecciones anteriores, los alumnos han aprendido que muchos de los objetos que utilizan en su vida cotidiana proceden de recursos naturales, entre ellos las plantas. Explíqueles que ahora van a centrarse en los bosques. Diga a sus alumnos que primero les hará algunas preguntas sobre este tema para su reflexión individual. En un segundo paso se llevará a cabo un debate con toda la clase y se anotarán las ideas de los alumnos en una tabla: *Los bosques ¿desempeñan algún papel en el cambio climático?* (Los alumnos pueden decir que la temperatura es más fresca bajo los árboles, que los árboles almacenan CO<sub>2</sub> o que nos proporcionan materias primas renovables y sostenibles). *¿Cómo está afectando el cambio climático a los bosques?* (Los alumnos pueden mencionar el impacto de las sequías o la desaparición de especies).

Para responder a estas preguntas, primero hay que analizar estas otras:

- ¿Qué es un bosque?<sup>1</sup>
- ¿Por qué son importantes los bosques?
- ¿Cómo crecen los bosques?

1. Para recoger sus ideas, pídale que dibujen un bosque. Guarde luego los dibujos para utilizarlos tras la excursión y ver cómo han cambiado sus ideas.

2. Divida la clase en pequeños grupos (4 alumnos como máximo) y entregue a cada grupo una hoja grande de papel. Deje que dibujen y hablen sin interrupción durante unos 15 minutos.

3. Reúna de nuevo a los alumnos para un breve debate en torno a las 3 preguntas anteriores.

4. Dígales que una buena forma de aprender más sobre los bosques es yendo de excursión, pero que ésta debe estar bien planificada.

5. Pregúnteles: *¿Cómo podrían averiguar lo que es un bosque? ¿Cómo van a recoger muestras en el bosque?*<sup>2</sup> *¿Qué herramientas deberán utilizar para recoger, observar y reconocer los organismos? ¿Cómo pueden realizar un seguimiento de sus observaciones?*

6. Divídalos de nuevo en grupos para planificar la excursión. Ayúdelos dándoles sugerencias y haciéndoles preguntas sobre cómo:

- **recoger muestras:** con las manos, guantes, una red de cazar mariposas, una caja transparente.
- **observar o identificar:** a simple vista, con una lupa, unos prismáticos, una regla, un libro o unas claves de identificación<sup>3</sup>.
- **conservar las muestras:** cajas, botellas, bolsas, marcadores.
- **tomar notas o ilustrar:** cuaderno, bolígrafos, goma de borrar, una cámara, un celular.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Durante una semana, y hasta el día de la excursión, se puede dejar en el aula una caja para que los alumnos depositen en ella objetos que consideren “útiles” para su misión.

7. Cada grupo elige a un portavoz y toda la clase hace una lista del material necesario, analizando el uso y el interés de cada objeto. Ciertos materiales que no hayan sido mencionados podrán sugerirse por medio de preguntas: *¿Y si quieres observar algo desde la distancia?* O bien, *¿Y si quieres grabar un recuerdo sin lastimarte o sin perjudicar al animal o a la planta?* Una vez que todos están de acuerdo, escriben la lista en sus cuadernos.

8. Explique que cada miembro del grupo tendrá un rol específico. Asegúrese de aclarar cada uno de ellos:

- el dibujante
- el fotógrafo
- el científico
- el grabador de sonido

9. Juntos también, se puede hablar de las normas que hay que seguir para que la excursión se desarrolle de la mejor manera posible. Pídale que las anoten.

10. Si es necesario, elabore una lista de preguntas para el experto, si ha contratado uno.

1 Esta parte de la lección se basa en su mayor parte en el Módulo 1 “Descubrir los bosques” de la Guía para el profesor de la FAO, Roma, 2018, p. 64, disponible en <https://www.fao.org/3/i6208e/i6208e.pdf>

2 Esta parte de la lección se basa en un recurso de *La main à la pâte* sobre la biodiversidad de Gabrielle Zimmermann, disponible en <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/20221/la-biodiversite>

3 Un ejemplo del Reino Unido: <https://www.nhm.ac.uk/content/dam/nhmwww/take-part/identify-nature/tree-identification-key.pdf>

## OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO (MEDIA JORNADA)

### PARTE 1: FAMILIARIZARSE CON LOS ÁRBOLES Y LOS BOSQUES 1 H 30

1. El día de la excursión, recuerde a los alumnos que tienen un objetivo común como grupo: encontrar respuestas a las preguntas formuladas en clase con fotos, dibujos, muestras y grabaciones.
2. Anuncie que el adulto que acompaña a cada grupo es designado como el “líder” del grupo y será el encargado de distribuir el material necesario, incluida la **HOJA DE TRABAJO B4.3**. Explique a los alumnos que, en caso de duda, pueden preguntarle a ellos o a usted.
3. Reparta la **HOJA DE TRABAJO B4.2** a cada alumno. Compruebe que la han entendido.
4. Invite a algún alumno a recordar las normas de la excursión.
5. Anímelos a compartir sus hallazgos con la clase una vez finalizada la fase de exploración.
6. Pida a los alumnos que se reúnan en sus grupos y que saquen las tarjetas del juego de rol (**HOJA DE TRABAJO B4.1**). Proporciónelos los materiales necesarios y déjelos explorar durante 45 minutos.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En una visita previa que haya realizado a la zona, es posible que haya observado algo interesante para la clase, por ejemplo, un tronco en el que pueden verse los anillos del árbol, un hormiguero o una planta curiosa. Una vez reunidos los alumnos, ¡es el momento perfecto para enseñárselo!

7. Una vez transcurrido el tiempo, reúna a toda la clase y pida a cada grupo que presente lo que ha descubierto en 5 minutos. Pueden presentar muestras o fotos, retransmitir sonidos o dar una explicación sobre algo.
8. Organice un debate general para comprobar lo que han aprendido:
  - *¿Qué es un bosque?* La idea detrás de esta pregunta es que los alumnos comprendan que el bosque es un ecosistema en sí mismo, formado por árboles, pero también por árboles más pequeños (arbustos), hierbas, musgo y animales.

- *¿De qué están hechos los árboles? ¿Cuáles son las 4 partes principales?* Tronco, ramas, hojas y raíces. *¿Cuáles son sus funciones?* Las hojas captan la luz, el tronco transporta la savia, las ramas permiten que las hojas se expandan en busca de luz y las raíces absorben minerales y agua.
- *¿Por qué los bosques son útiles para el ser humano?* Los árboles producen el oxígeno que necesitamos para respirar; la madera para..., los frutos para..., las hojas también pueden ser útiles; los árboles pueden ser parte integrante de algunas culturas o creencias religiosas. *¿Y los demás seres vivos? ¿Se han dado cuenta de toda la biodiversidad que les rodea?*

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Puede pedir a los alumnos que se paseen y elijan algo que pueda resultar útil para el ser humano. Deberán presentarlo al resto de la clase y explicar su utilidad.

### PARTE 2: BOSQUES Y CAMBIO CLIMÁTICO 1 H (SOBRE EL TERRENO)

9. Una vez que se hayan familiarizado con el entorno, explique que van a estudiar la relación entre el cambio climático y los bosques. Pídales que recuerden las principales causas del cambio climático. Deben mencionar el importante papel que tiene el dióxido de carbono (véase la **lección A3, pág. 50**). Recapítule algunos datos clave sobre el carbono:
  - El carbono está presente en la atmósfera de la Tierra principalmente en forma de dióxido de carbono, pero en una proporción muy pequeña (alrededor del 0,04 %).
  - El carbono es un componente esencial de la vida: aproximadamente la mitad del peso en seco de la mayoría de los organismos vivos es carbono.
  - Los bosques representan el 86 % del carbono superficial (a diferencia de los océanos) del planeta y el 73 % del carbono contenido en el suelo.

**10.** Organice un debate en clase: *¿Qué hacen los árboles con el dióxido de carbono? ¿Dónde se almacena? ¿Cuánto carbono puede almacenar un árbol?*

**11.** Explique a los alumnos que van a convertirse en científicos que han desarrollado una calculadora rápida de carbono que permite obtener una estimación de la cantidad de carbono almacenado en los árboles. Entregue a cada grupo una copia de la **HOJA DE TRABAJO B4.4** para que dispongan de una hoja informativa y puedan responder a la primera pregunta.

12. Deles tiempo para que lean la hoja y no dude en volver a explicarla hasta que todos la entiendan: *¿Cómo van a medir el peso en seco del árbol?* Tendrán que encontrar el contorno. *¿Cómo se mide el contorno?* Utilice el diagrama para explicar que el contorno se mide a la altura del pecho. Muestre cómo se mide un árbol. *¿Es suficiente con una medida? ¿Cuántas veces debemos repetir las mediciones? ¿Tenemos que hacerlo siempre de la misma manera y en el mismo lugar? ¿Cómo podemos hacer un seguimiento de las mediciones?* Registre las medidas en una tabla. Cada grupo toma una cinta o trozo de cuerda y una cinta métrica, elige un árbol y empieza a medir.

13. Pídeles que calculen el contorno medio de su árbol y que sigan las instrucciones para convertir el contorno en peso en seco y estimar la cantidad de carbono almacenado. *¿En qué condiciones puede liberarse ese carbono del árbol?* Cuando el árbol respira, se corta, se quema o se descompone.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Para que sus alumnos se den cuenta de la cantidad de carbono que puede almacenar “su” árbol, se les puede preguntar: *¿Cuántos paquetes de 1 kg de azúcar tendrían que apilar para representar esa cantidad?*

14. Pida a los alumnos que se reúnan a su alrededor y pregúnteles: *¿Cómo pueden ayudarnos los bosques a luchar contra el cambio climático?* Los árboles pueden almacenar carbono en sus troncos, raíces y hojas y utilizarlo para producir su propio alimento en forma de azúcares. Así es como pueden ayudar a reducir la concentración de gases de efecto invernadero y, por tanto, a frenar el cambio climático.

#### CONCLUSIÓN 5 MIN

Antes de marcharse, reúna a los alumnos en un círculo y pregúnteles qué han aprendido en la actividad. *¿Qué les ha sorprendido y qué les ha gustado más? ¿Qué han aprendido sobre los árboles, los bosques y el cambio climático? ¿Qué les ha gustado del trabajo en grupo?*

### DE VUELTA EN EL AULA 1 H

1. Una vez en el aula, cada grupo puede recopilar lo que ha recogido y colgar fotos, dibujos, sonidos y/o vídeos en este muro colaborativo: <https://digipad.app/p/62197/a489296342453>. Antes de publicarlo, pida a los alumnos que describan con precisión lo que representan sus fotos, sonidos, vídeos, etc. y dónde exactamente podemos encontrarlos en el bosque.

2. Si hay preguntas sin resolver, pregunte a sus alumnos: *¿Cómo pueden responder a estas preguntas? ¿Con experimentos? ¿Mediante el análisis de algún documento?, etc.*

3. Pregúnteles: *¿Crees que todos los bosques del mundo son iguales? ¿Cómo se pueden explicar sus diferencias?* Reparta la **HOJA DE TRABAJO B4.5**.

4. Si dispone de acceso a Internet, pida a sus alumnos que visiten la página web de Global Forest Watch (<https://www.globalforestwatch.org/map/>) para ver el impacto de la deforestación a escala mundial. Si no tiene acceso a Internet, reparta la **HOJA DE TRABAJO B4.6**.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En el sitio web de Global Forest Watch puede activar y desactivar diferentes opciones. Le sugerimos que se centre en las alertas “Forest Changes” > “Deforestation” y que desactive todas las demás.

5. Explique cómo los bosques, incluso los que están lejos, en otros países, siguen siendo muy importantes para la sociedad. Actúan como grandes “sumideros de carbono”, almacenando el dióxido de carbono y liberando más del 20 % del oxígeno de todo el planeta.

- *¿Cómo sería el mundo sin árboles ni bosques?*
- *¿Cómo de diferentes serían nuestras vidas?*
- En grupos o con toda la clase, pida a los alumnos que debatan sobre cómo contribuyen, de forma consciente y sin saberlo, a la deforestación de los bosques del mundo. Pregunte: *¿Cómo pueden ayudar a prevenir o resolver este fenómeno en su comunidad y en el mundo?*

#### CONCLUSIÓN 5 MIN

Organice un debate en clase para que sus alumnos recapitulen lo que han aprendido en estas lecciones:

- *¿Qué es un árbol? ¿Qué es un bosque?*
- *¿Cuáles son sus necesidades?*
- *¿Cómo pueden los bosques ayudar a combatir el cambio climático?*

Dedique unos momentos a preguntar a los alumnos por sus sentimientos: *¿Disfrutaron saliendo al aire libre? ¿Qué recuerdos guardarán de esta experiencia?*

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

### ¿POR QUÉ HACER UNA EXCURSIÓN?

Esta lección le brinda la oportunidad de enseñar fuera del aula, durante una excursión. La idea aquí es desarrollar una serie de conocimientos sobre el ecosistema que representa el bosque: un bosque no es solo una combinación de árboles, sino también un lugar de vida para muchos organismos diferentes y un ecosistema en sí mismo. Los árboles necesitan luz para crecer y utilizan el dióxido de carbono para hacerlo. En este sentido, desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático.

Esta sesión es también una oportunidad para **desarrollar habilidades** como el reconocimiento de los sonidos del bosque, la recogida de muestras siguiendo un protocolo científico y el trabajo en equipo.

Pero el aspecto más importante de la excursión es que **permite a los alumnos tomar conciencia de su entorno inmediato**: al permitirles relacionar los conocimientos con un lugar cercano y concreto, se implicarán más en la protección de ese bosque y, por tanto, es más probable que se impliquen en la lucha contra el cambio climático.

### LOS ÁRBOLES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los árboles se distinguen del resto de plantas por su tronco leñoso perenne (de larga duración). En general se distingue entre árboles de hoja caduca, que pierden sus hojas estacionalmente (robles), y árboles de hoja perenne (pinos). Los árboles tienen la particularidad de crecer tanto en altura como en grosor. Algunas especies tienen anillos visibles a través de los cuales puede estudiarse su crecimiento. Estos anillos representan las capas internas vivas bajo la corteza que han envejecido y se han vuelto inactivas. Estos anillos de crecimiento reflejan los cambios estacionales y también las variaciones climáticas. Las hojas poseen una gran superficie, lo que les permite captar la luz y los gases para la respiración y la fotosíntesis. El tronco es sólido y proporciona altura al árbol. Las raíces crecen en el suelo y permiten obtener agua y nutrientes.

Los árboles cumplen una función esencial frente al cambio climático, ya que convierten grandes cantidades de carbono atmosférico en azúcares (véase la [lección A5, pág. 71](#)) o lo almacenan en el suelo. Por el contrario, la deforestación y la quema de madera provocan la liberación del carbono previamente almacenado, aumentando la concentración atmosférica y contribuyendo al cambio climático.



## DIBUJANTE

### Mi tarea es:

Hacer dibujos de todo lo que pueda para describir la organización del bosque, los diferentes árboles, las hojas, los animales, etc.



## CIENTÍFICO

### Mi tarea es:

Recoger muestras de hojas, ramas, insectos muertos, etc. Trato de identificarlos y los meto en pequeñas bolsas para llevarlos luego a clase. También utilizo herramientas de medición (tamaño, temperatura, luminosidad, etc.).

**¡Para todo eso debo llevar guantes!**



## FOTÓGRAFO

### Mi tarea es:

Hacer fotos para tener una idea clara de lo que es un bosque y lo que es un árbol, de los animales que puedo observar y de los resultados de los experimentos que lleva a cabo el científico.



## GRABADOR DE AUDIO Y VIDEO

### Mi tarea es:

Grabar los sonidos del bosque e intentar identificarlos. También puedo hacer cortometrajes sobre las cosas que veo.



## DIBUJANTE

### Mi tarea es:

Hacer dibujos de todo lo que pueda para describir la organización del bosque, los diferentes árboles, las hojas, los animales, etc.



## CIENTÍFICO

### Mi tarea es:

Recoger muestras de hojas, ramas, insectos muertos, etc. Trato de identificarlos y los meto en pequeñas bolsas para llevarlos luego a clase. También utilizo herramientas de medición (tamaño, temperatura, luminosidad, etc.).

**¡Para todo eso debo llevar guantes!**



## FOTÓGRAFO

### Mi tarea es:

Hacer fotos para tener una idea clara de lo que es un bosque y lo que es un árbol, de los animales que puedo observar y de los resultados de los experimentos que lleva a cabo el científico.



## GRABADOR DE AUDIO Y VIDEO

### Mi tarea es:

Grabar los sonidos del bosque e intentar identificarlos. También puedo hacer cortometrajes sobre las cosas que veo.



Nombre y apellidos: .....

➔ Mi tarea: ¿Qué tengo que hacer?

➔ Escribe las preguntas sobre los bosques que se han planteado en clase:

*Por ejemplo: ¿Qué es un árbol y cómo se alimenta? ¿Qué es un bosque? ¿Por qué es importante?*

➔ ¿Cómo te sentiste en medio de los árboles? Utiliza tus sentidos...

➔ ¿Es diferente el bosque de lo que habías imaginado?

➔ Describe los elementos que has reunido para responder a estas preguntas:

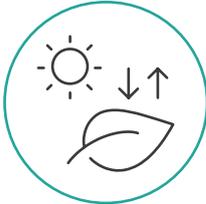
➔ ¿Qué preguntas siguen sin respuesta?

➔ En el reverso de esta hoja, haz un esquema descriptivo de un árbol que representa los intercambios entre el árbol y su entorno (suelo y atmósfera). En el croquis, utiliza los siguientes términos: hojas - tronco - ramas - raíces - oxígeno - dióxido de carbono - suelo - atmósfera - luz solar - agua - minerales.



## UNA MANO AMIGA

Para explicar a los alumnos cuando haga falta... ¡pero no demasiado pronto!



### ¿QUÉ ES LA FOTOSÍNTESIS?

La fotosíntesis es una reacción química que se produce en las **hojas de los árboles y las plantas**. Cuando las hojas se exponen a la luz solar, **utilizan esa luz para convertir el dióxido de carbono de la atmósfera en un azúcar llamado almidón**. ¡Así es como producen su propio alimento! Durante ese proceso, las plantas y los árboles también necesitan agua, la cual absorben del suelo a través de las raíces, y liberan oxígeno a la atmósfera.

**Nota: ¡Las plantas también respiran!** Con la luz solar realizan tanto la fotosíntesis como la respiración; en cambio, en la oscuridad solo respiran.



### ¿QUÉ ES UN ÁRBOL?

Un árbol es una planta que produce madera en su tronco. Esta madera contiene **vasos conductores** que actúan de la misma manera que las venas transportando la sangre. En lugar de sangre, los árboles tienen savia, que contiene azúcares, minerales y agua, ¡igual que la sangre!



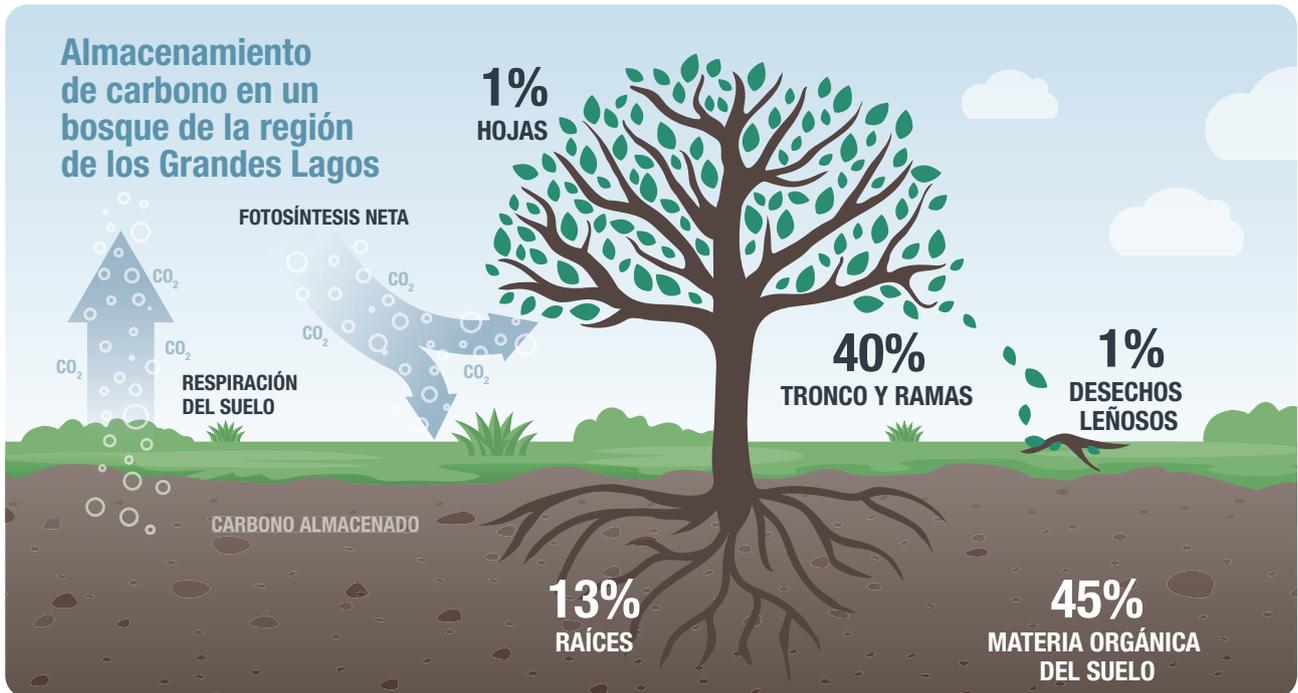
### ¿CUÁLES SON LAS DIFERENTES PARTES DE UN ÁRBOL?

Un árbol consta de cuatro partes visibles y una parte oculta bajo el suelo:

- **Las hojas** que, en contacto con la atmósfera, absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno cuando se exponen a la luz.
- **Las ramas**, a las que están conectadas las hojas.
- **El tronco**, que contiene madera y está rodeado de corteza.
- **Las flores, los frutos y las semillas**. Durante el periodo de floración, las flores florecen y luego, una vez polinizadas, se convierten en frutos que contienen semillas.
- **Las raíces**, ocultas en el suelo, que absorben minerales y agua.



## ¿QUÉ SUCEDE CON EL DIÓXIDO DE CARBONO ABSORBIDO POR LAS PLANTAS?

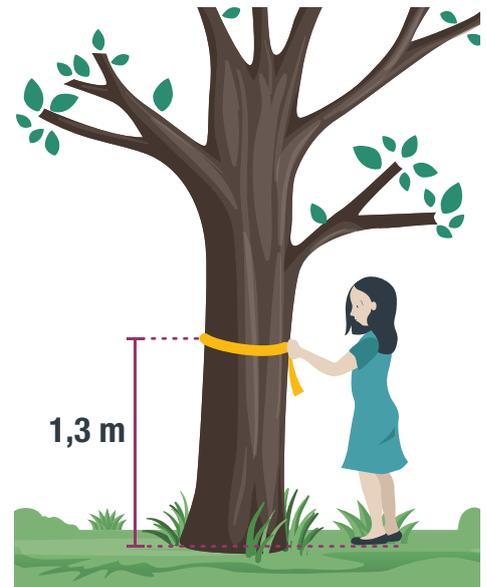


Fuente: Adaptado de una infografía de la web <http://climategreatlakes.com/feature-accounting-for-carbon/>

### INSTRUCCIONES PARA MEDIR UN ÁRBOL Y EL CARBONO ALMACENADO

1. Mide el contorno del árbol a la altura estándar del pecho (1,3 m) con una cinta métrica. Anota el resultado en centímetros. Repite al menos tres veces a la misma altura y calcula la media.
2. Cuando hayas obtenido la media del contorno, consulta la tabla siguiente para convertirla en peso en seco. En la tabla, utiliza el valor más cercano a la medida del árbol.
3. Dado que la mitad del peso en seco de un árbol es carbono, divide la cifra por dos. Esto indica la cantidad de carbono almacenada en el árbol.
4. También se puede calcular la cantidad de dióxido de carbono absorbida para crear ese almacén de carbono multiplicando la cifra anterior por 3,67.

CONTORNO (CM)	PESO DEL ÁRBOL EN SECO (KG)
50	106
100	668
150	1,1964
200	4,221
225	5,771
250	7,641
275	9,842
300	12,410
325	15,350
350	18,700
400	26,674



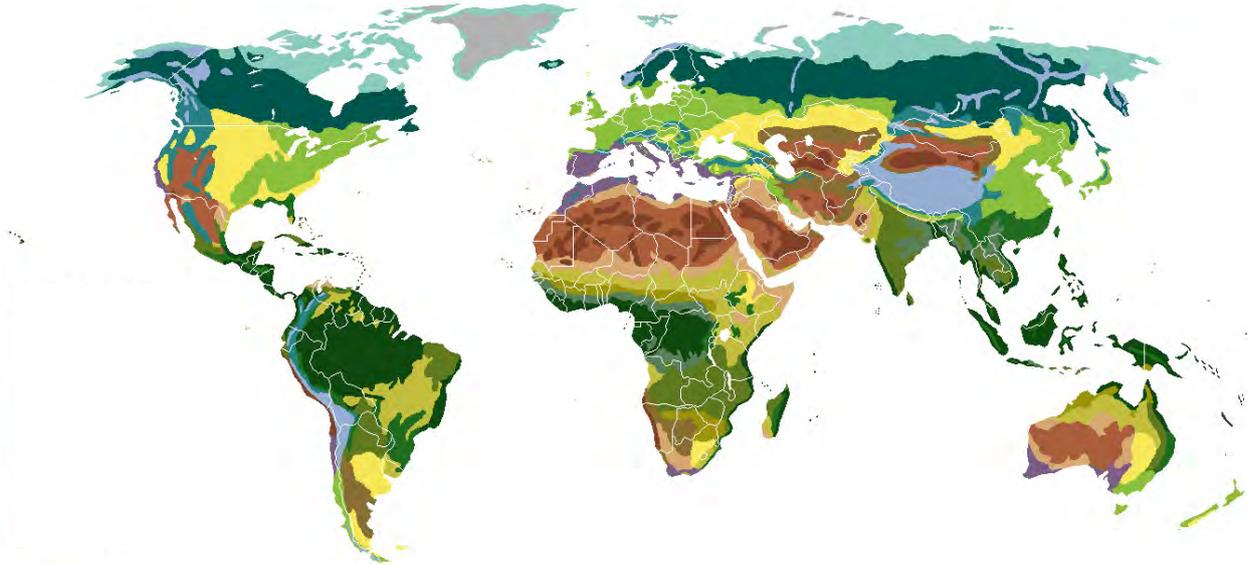
Estas cifras, proporcionadas por Forest Research, corresponden a un árbol latifoliado del Arbolado de Westonbirt. Pueden servir de ejemplo. Sin embargo, los árboles crecen a ritmos diferentes en Reino Unido, dependiendo de la especie, el suelo, el drenaje, la topografía y las condiciones climáticas. Fuente: [http://www.forestsforthefuture.co.uk/wp-content/themes/FFTF/downloads/Forest\\_For\\_The\\_Future\\_Full\\_Curriculum.pdf](http://www.forestsforthefuture.co.uk/wp-content/themes/FFTF/downloads/Forest_For_The_Future_Full_Curriculum.pdf)



Estos dos mapas muestran los diferentes tipos de vegetación y climas del mundo.

- Haz una lista con los diferentes tipos de bosques.
- ¿Qué tipo de bosque se corresponde con el que visitaste en tu excursión?
- ¿Cómo puedes explicar la distribución de estos bosques?
- ¿Cuáles pueden ser las consecuencias del cambio climático en estos bosques?

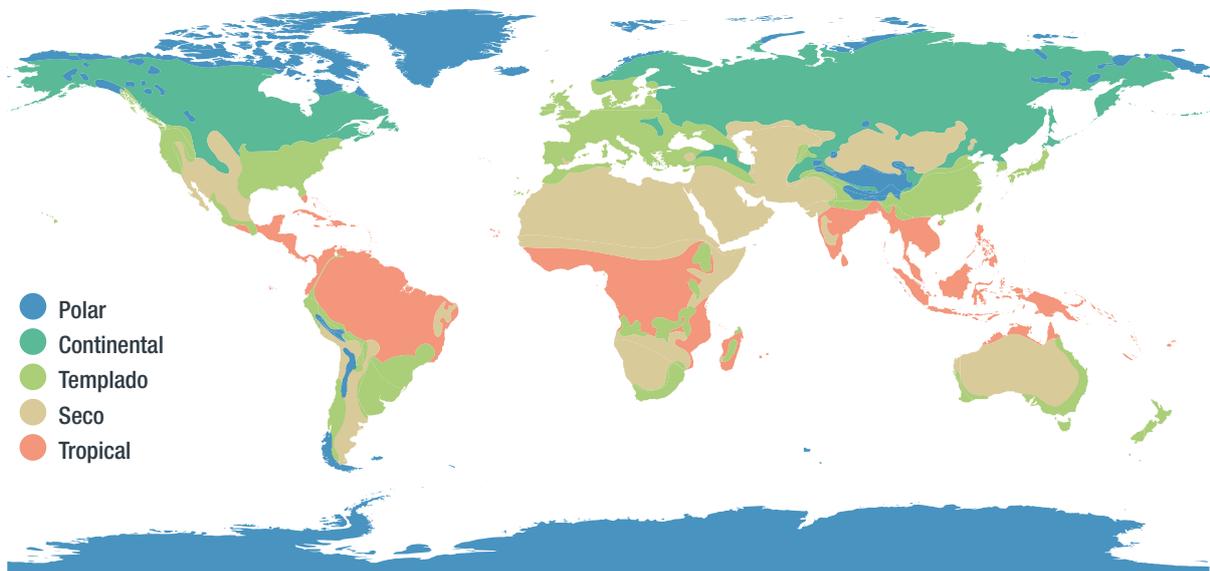
## MAPA DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL MUNDO



- |                           |                   |                                      |                      |                               |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| ● Desierto helado y polar | ● Sabana herbácea | ● Selva subtropical                  | ● Desierto árido     | ● Vegetación mediterránea     |
| ● Tundra                  | ● Sabana arbolada | ● Selva tropical                     | ● Matorral xérico    | ● Bosque templado caducifolio |
| ● Taiga                   | ● Bosque montano  | ● Bosque seco subtropical y tropical | ● Estepa seca        |                               |
| ● Tundra alpina           | ● Estepa templada | ● Bosque monzónico                   | ● Desierto semiárido |                               |

Fuente: Wikipedia

## MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA



- Polar
- Continental
- Templado
- Seco
- Tropical



Estos dos mapas representan el avance de la deforestación (representada a través de alertas de deforestación) entre 2004 y 2020. Cuanto más oscuras son las manchas rosas, mayor es deforestación.

## MAPAS CON ALERTAS DE DEFORESTACIÓN



Fuente: <https://www.globalforestwatch.org/map>

## SECUENCIA C

# LA TIERRA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

El planeta Tierra es un sistema complejo en el que todo está interconectado y en equilibrio. **El cambio climático afecta necesariamente a todo ese sistema, con una serie de consecuencias muy diversas.**

Las cuatro lecciones de esta secuencia se centran en el papel que desempeña la tierra en la regulación del clima y en las consecuencias del cambio climático en la tierra. Pero además de en la tierra, los efectos del cambio climático también se observan en ecosistemas clave y en comunidades humanas. La secuencia C aborda todos estos problemas a través del análisis de documentos y juegos (de rol y cartas).

### LISTA DE LECCIONES

Lección básica

Lección opcional

<input checked="" type="radio"/>	<b>C1</b>	9-15 años	<b>Los efectos de nuestra dieta en el cambio climático</b> <i>Ciencias naturales, geografía</i> Los alumnos exploran el vínculo entre la alimentación y el cambio climático a través de un juego de animación multimedia o un juego de cartas.	pág. 138
<input type="radio"/>	<b>C2</b>	12-15 años	<b>Cambio climático y agricultura</b> <i>Ciencias naturales, geografía</i> A través del análisis de varios documentos, los alumnos aprenden cómo el cambio climático afecta a la agricultura y cómo la agricultura influye en el clima.	pág. 156
<input checked="" type="radio"/>	<b>C3</b>	12-15 años	<b>Fenómenos extremos y degradación de la tierra</b> <i>Geografía</i> Mediante el análisis de documentos, los alumnos descubren que el cambio climático ha provocado un aumento de los fenómenos extremos, lo cual tiene numerosas consecuencias para las sociedades humanas.	pág. 173
<input type="radio"/>	<b>C4</b>	9-15 años	<b>Cambio climático, actividades humanas y biodiversidad</b> <i>Ciencias naturales</i> A través de un juego de rol o de un análisis documental basado en un juego de cartas, los alumnos comprenden que todos los seres vivos de un ecosistema interactúan entre sí y forman parte de una gran cadena alimentaria.	pág. 183

## LECCIÓN C1

# LOS EFECTOS DE NUESTRA DIETA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

**MATERIAS PRINCIPALES**  
Ciencias naturales, geografía

**DURACIÓN**

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 1 h (Parte 1), 1 h 30 (Partes 1 y 2)

**RANGO DE EDAD**

Parte 1: 9-15 años  
Parte 2: 12-15 años

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**

Los alumnos exploran el vínculo entre la alimentación y el cambio climático a través de un juego de animación o un juego de cartas.

Asimismo, aprenden que:

- ~ A medida que crece la población, aumenta la demanda de alimentos y de tierra.
- ~ Las condiciones en las que se producen los alimentos influyen en el cambio climático.
- ~ La forma en la que consumimos alimentos influye en el cambio climático, dado que la agricultura es una de las principales fuentes de GEI. Los cambios en la dieta pueden reducir mucho esas emisiones.
- ~ Una cantidad importante de alimentos se pierde o se desperdicia, algo que varía mucho según los países.

**PALABRAS CLAVE**

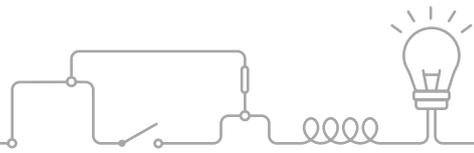
Huella de carbono, huella de agua, superficie del suelo, opciones alimentarias, desigualdades, seguridad alimentaria, recursos alimentarios, pérdida o desperdicio de alimentos

**MÉTODOS DE ENSEÑANZA**

Juego de cartas/juego de animación interactivo y análisis de documentos

**→ CONSEJOS PARA EL PROFESOR**

Esta sesión está diseñada para los dos niveles: la Parte 1 está pensada para alumnos de 9 a 12 años, mientras que las Partes 1 y 2 se dirigen más bien al grupo de 12-15 años.



### PREPARACIÓN 10 MIN

**MATERIAL**

- El día antes de la sesión pida a sus alumnos que lleven a clase alimentos con información nutricional. Deberán aportar diversas categorías de alimentos (pasta, arroz, fruta, yogur, verduras, galletas, etc.).
- Para alumnos menores de 12 años: **HOJA DE TRABAJO C1.1** (1 por grupo).
- Para alumnos de 12 a 15 años: **HOJAS DE TRABAJO C1.1, C1.2 y C1.3** (1 por grupo).
- Opcional: **HOJA DE TRABAJO C1.4** (1 por alumno).
- Opción 1: Computadoras (al menos 1 por pareja) para el juego de animación multimedia: [El impacto de nuestra alimentación.](#) 
- Opción 2: Versión juego de cartas (**HOJAS DE TRABAJO C1.5 y C1.6**): El impacto de nuestra alimentación

**PREPARACIÓN DE LA SESIÓN**

1. Imprima las hojas de trabajo necesarias según el nivel de los alumnos (las **HOJAS DE TRABAJO C1.4 y C1.6** son opcionales, véase el punto n.º 2 y la conclusión).
2. El juego de animación puede utilizarse en línea o sin conexión (puede descargarse previamente). Si no tiene computadoras, la actividad se puede realizar en versión “desconectada” (**HOJAS DE TRABAJO C1.5 y C1.6**) o en casa (si los alumnos tienen conexión a Internet).

### INTRODUCCIÓN 5 MIN

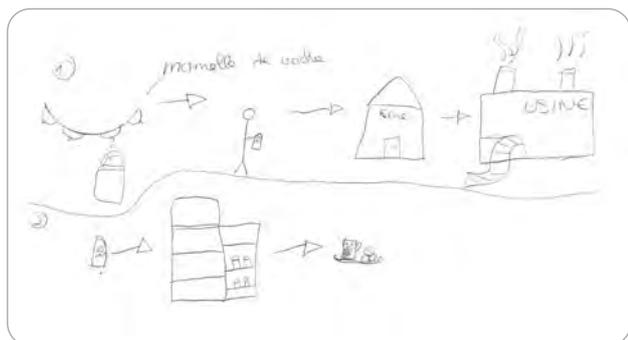
En lecciones anteriores los alumnos han aprendido que los suelos pueden ser útiles para el ser humano de diferentes maneras, por ejemplo, para producir recursos. Hable de la importancia de la agricultura para el ser humano. Los alumnos mencionarán la alimentación y usted podrá entonces orientar el debate hacia la relación entre los alimentos y el cambio climático.

## PROCEDIMIENTO

45 MIN (PARTE 1), 1 H 15 (PARTE 1+2)

### PARTE 1: OPCIONES ALIMENTARIAS<sup>1</sup> 45 MIN

1. Elija un paquete o envase aportado por algún alumno y dibuje un diagrama en el que se muestren las diferentes etapas que llevaron a ese alimento al plato del consumidor. Pida a los alumnos que definan la red interconectada de recursos, procesos y personas que contribuyen a que los alimentos lleguen al consumidor y, también, que identifiquen el lugar de procedencia de los alimentos. *¿Qué partes del sistema utilizan energía fósil, transporte o agua? Observen el diagrama. ¿Hay algo que falte?* Explique que el diagrama da una idea de lo que puede ser **la huella ecológica de nuestra alimentación**: sirve para medir los recursos naturales que se necesitan para producir los alimentos y la contaminación asociada (transporte y consumo de energía para procesarlos). Todo esto incluye la tierra, el agua y los combustibles fósiles como el petróleo.



Ejemplo de diagrama realizado por un alumno para explicar las etapas necesarias para producir una botella de leche (ubre de la vaca → granja → fábrica → nevera)

2. A continuación, reparta o muestre a toda la clase la **HOJA DE TRABAJO C1.1** y pregunte: *¿Creen que las opciones alimentarias de cada familia tienen todas el mismo impacto en el planeta? ¿Por qué? ¿Cómo pueden justificarlo?* Deje que echen un vistazo a la información de los envases que hayan llevado a clase: *¿Pueden encontrar información sobre dicho impacto en el envase?* Probablemente no podrán.

3. Para comparar el impacto de los distintos alimentos en nuestro planeta y, por tanto, en el clima, explique a los alumnos que van a clasificar los distintos alimentos en función de su huella de carbono<sup>2</sup>, sus necesidades de agua o la cantidad de tierra necesaria para producirlos.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

La actividad multimedia puede realizarse con tres parámetros diferentes: huella de carbono, recursos hídricos y uso del suelo. Le recomendamos que elija con sus alumnos el parámetro con el que quieren empezar y trabajen con los demás después de la primera parte. Los alumnos pueden incluso reiniciar el juego para probar otro parámetro.

4. Invite a los alumnos a visitar la página web y a seguir las instrucciones para jugar con la animación. Debatan luego todos juntos.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Hay dos niveles de dificultad para este juego: en el nivel “fácil” los alumnos solo tendrán que clasificar 10 cartas, mientras que en el nivel “difícil”, tendrán 20 cartas para clasificar. Aconsejamos empezar con el nivel “fácil” para que se familiaricen con la lógica del juego.

- Muestre 2 cartas y pídale que las clasifiquen y escriban la respuesta en una pizarra.
- Al dar una palmada, deberán mostrar sus respuestas.
- Debata con ellos sobre las respuestas aportadas y dé luego la respuesta correcta.
- Hágalo varias veces seguidas.

5. Una vez que haya terminado el juego, dependiendo del tiempo que quede, pídale que elaboren su menú favorito con las cartas disponibles y que calculen la huella de carbono. A continuación, pueden debatirlo con sus compañeros de clase.

6. Compare los resultados de la huella de carbono y pídale que observen también los demás parámetros (consumo de agua y cantidad de tierra necesaria): *¿La clasificación será la misma con esos otros parámetros?* Los alumnos ven que la clasificación es diferente y llegan a la conclusión de que algunos alimentos utilizan mucha tierra e implican, por tanto, la tala de árboles; que otros contaminan mucho al utilizar recursos fósiles; que otros necesitan mucha agua... Y no son siempre los mismos. La conclusión es que no es fácil elegir alimentos que tengan un mínimo impacto en el planeta.

7. Pregunte a sus alumnos: *¿Cómo podemos explicar que la carne, por ejemplo, “contamina” más que las verduras o la fruta?* Respuesta: si queremos comer carne, tenemos que alimentar al ganado, mientras que podemos alimentarnos directamente de otros cultivos como, p. ej., la soja.

1 Algunas partes de esta lección se han inspirado en “Interactive Guide: Understanding Food and Climate Change” del Center of Ecoliteracy, consultable aquí: [https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page\\_0002.xhtml](https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page_0002.xhtml). La OCE da las gracias a sus autores.

2 La lección D4 de este manual profundiza en la cuestión de la huella de carbono, incluyendo no solo la huella asociada a la alimentación, sino también a muchas otras actividades humanas.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Tenga en cuenta que las cifras de emisiones de gases de efecto invernadero, así como del agua o la superficie de suelo necesaria, son indicativos, ya que dependen de muchos factores como el país, las prácticas agrícolas, etc. Si lo desea, puede buscar cifras precisas sobre su país o región.

8. Tras examinar de nuevo las imágenes de la **HOJA DE TRABAJO C1.1** y las respuestas aportadas a la pregunta 2, los alumnos deberán ser capaces de concluir si tenían razón en sus sugerencias sobre la huella ecológica de las familias. Pídales que justifiquen sus respuestas basándose en lo que acaban de aprender. También pueden pensar en otras consecuencias de las opciones alimentarias en el medio ambiente.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Para los alumnos de menos de 12 años, recomendamos que finalicen aquí la lección. Para los alumnos más mayores, puede continuar con la parte siguiente.

9. Basándose en el material de la **HOJA DE TRABAJO C1.2**, pida a los alumnos que justifiquen sus respuestas y propongan soluciones para limitar el impacto de sus dietas en el medio ambiente. Deben ver que una de las opciones es cambiar a una dieta con más alimentos vegetales.

## PARTE 2: DESPERDICIO Y PÉRDIDA DE ALIMENTOS

30 MIN

10. Pida a los alumnos que observen atentamente las imágenes de la **HOJA DE TRABAJO C1.1**, y que comparen la cantidad que come cada familia y anímelos a reflexionar sobre esta afirmación: *Estamos comiendo más de lo que solíamos comer y mucho más de lo que necesitamos: ¿cuáles podrían ser las consecuencias?* Probablemente mencionarán el desperdicio y la pérdida de alimentos. Explique las diferencias entre ambos conceptos.

11. Pregúnteles si creen que todos los países son igual de responsables de la pérdida y el desperdicio de alimentos y deje que analicen la **HOJA DE TRABAJO C1.3** para responder a la pregunta y explicar los resultados observados.

## CONCLUSIÓN 10 MIN

Después de esta lección, los alumnos deberán ser capaces de establecer la relación entre nuestras opciones alimentarias y las consecuencias de todo ello para el cambio climático, teniendo en cuenta que, cuantos más alimentos vegetales haya en la dieta, menor será el impacto en el medio ambiente. Inicie un debate sobre las medidas que pueden adoptarse para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la alimentación. Una sugerencia, si se quiere profundizar más, es distribuir la **HOJA DE TRABAJO C1.4** para que elijan las acciones que les gustaría realizar. Esto puede ser también una oportunidad para que lo comenten con sus familiares o amigos. Puede incluso dejar que debatan juntos sobre las diferentes propuestas y sobre si están dispuestos o no llevarlas a cabo: esto podría llevar a reflexionar sobre la presión social asociada a tales decisiones.

### AMPLIACIÓN OPCIONAL: GLOBALIZACIÓN

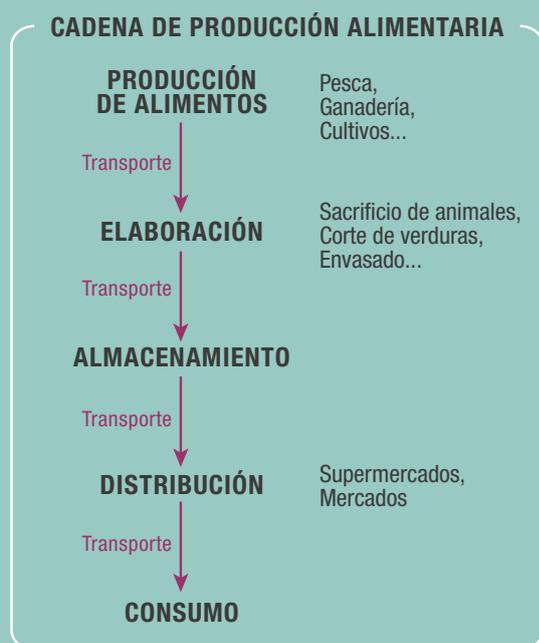
El término “globalización” se refiere a la interconexión de culturas y economías y al intercambio de productos e ideas en todo el mundo. Los alimentos de los supermercados, por ejemplo, tienen distintas procedencias: Japón, México, Canadá, España... El sushi es un buen ejemplo de comida “globalizada” y consumida en todo el mundo y con serias consecuencias para las poblaciones de peces. Los alumnos deben asumir distintos roles (pescador, restaurador, consumidor, economista, biólogo especializado en fauna salvaje, ministro de comercio, etc.) y debatir sobre los pros y los contras de la globalización. He aquí algunas preguntas que pueden servir de inspiración: *¿Qué es la globalización? ¿Qué ha llevado a la globalización? ¿Beneficia a todos? ¿Tiene consecuencias negativas?*

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

### EL VÍNCULO ENTRE LA ALIMENTACIÓN Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

**La alimentación y el cambio climático están relacionados en muchos sentidos.** La deforestación (para dar cabida a zonas de pastos) libera dióxido de carbono cuando se quema la madera, la cría de rumiantes (que emiten metano durante la digestión), los arrozales y la producción de metano asociada, o el uso de recursos fósiles en la agricultura son procesos que emiten gases de efecto invernadero.

El sistema alimentario mundial representa aproximadamente **1/4 parte de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero antropogénicos**<sup>1</sup>. Esto incluye todas las etapas por las que pasan nuestros alimentos, desde el campo hasta el plato. El siguiente diagrama resume las principales etapas **de esta cadena de producción alimentaria**:



Con seguridad, cada etapa requerirá recursos fósiles —para generar electricidad o para hacer funcionar un tractor—, a menos que se utilicen energías renovables. La etapa final de transporte al lugar de consumo puede no requerir recursos fósiles si la compra se realiza a pie o en bicicleta. Sin embargo, no todas las etapas tendrán la misma huella de carbono, ni las mismas necesidades

de agua o tierra: por ejemplo, una explotación ganadera siempre emitirá más gases de efecto invernadero (principalmente metano y  $N_2O$ ) que la agricultura y también consumirá más agua. La producción de carne y productos lácteos representan alrededor del 14,5 % de los gases de efecto invernadero emitidos cada año en todo el mundo.

**Esta fase de producción es la que tiene el mayor impacto en el medio ambiente y no el transporte**, como podría pensarse. Parece por tanto que reducir el consumo de carne y elegir productos de temporada tiene un mayor impacto en la reducción de la huella de carbono que comer alimentos locales o hacer la compra a pie o en bicicleta. Los ejemplos de la **HOJA DE TRABAJO C1.3** dan una idea del impacto que tiene cada fase.

### ¿CAMBIAR LA ALIMENTACIÓN TIENE ALGÚN EFECTO?

Cambiar la dieta es ciertamente útil. El IPCC, basándose en varios estudios, ha llegado a la conclusión de que algunas dietas son más respetuosas con el medio ambiente que otras. Si todo el mundo se volviera vegano se podrían reducir las emisiones de la tierra en un tercio (frente al pesimista escenario de referencia para 2050) y ello podría conducir incluso a la regeneración de los bosques. No obstante, si no se quiere ir “tan lejos”, comer menos carne y productos lácteos ya reduciría las emisiones de cada individuo. Puede encontrar recetas respetuosas con el clima en el libro de cocina The new climate focus cookbook disponible en Internet.

### PÉRDIDA Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS

La FAO define la pérdida de alimentos como la reducción de la cantidad de alimentos comestibles durante la producción, la manipulación y el procesamiento posterior a la cosecha, mientras que el desperdicio es todo lo que tira el consumidor<sup>2</sup>. Disminuir la pérdida y el desperdicio de alimentos también puede ser una forma de reducir la huella de carbono, aunque ciertas medidas para reducir las pérdidas no dependen de nuestras opciones de consumo: p. ej., las técnicas de recolección o la infraestructura (para más detalles sobre este tema, véase la pág. 18 del “Resumen científico”).

1 Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers, J. Poore and T. Nemecek, Science, June 1, 2018. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aag0216>  
2 <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>



Peter Menzel es un fotógrafo estadounidense que ha viajado a 24 países para estudiar los hábitos alimentarios de familias de todo el mundo. Menzel pidió a las familias que posaran con la comida que habían comprado para una semana.



**MALÍ** Gasto en alimentos para una semana: \$26,39 USD



**CHAD** Gasto en alimentos para una semana: \$1,23 USD



**ESTADOS UNIDOS** Gasto en alimentos para una semana: \$341,98 USD



**ALEMANIA** Gasto en alimentos para una semana: \$325,81 USD



ITALIA Gasto en alimentos para una semana: \$260,11 USD



ECUADOR Gasto en alimentos para una semana: \$31,55 USD



JAPÓN Gasto en alimentos para una semana: \$317,25 USD



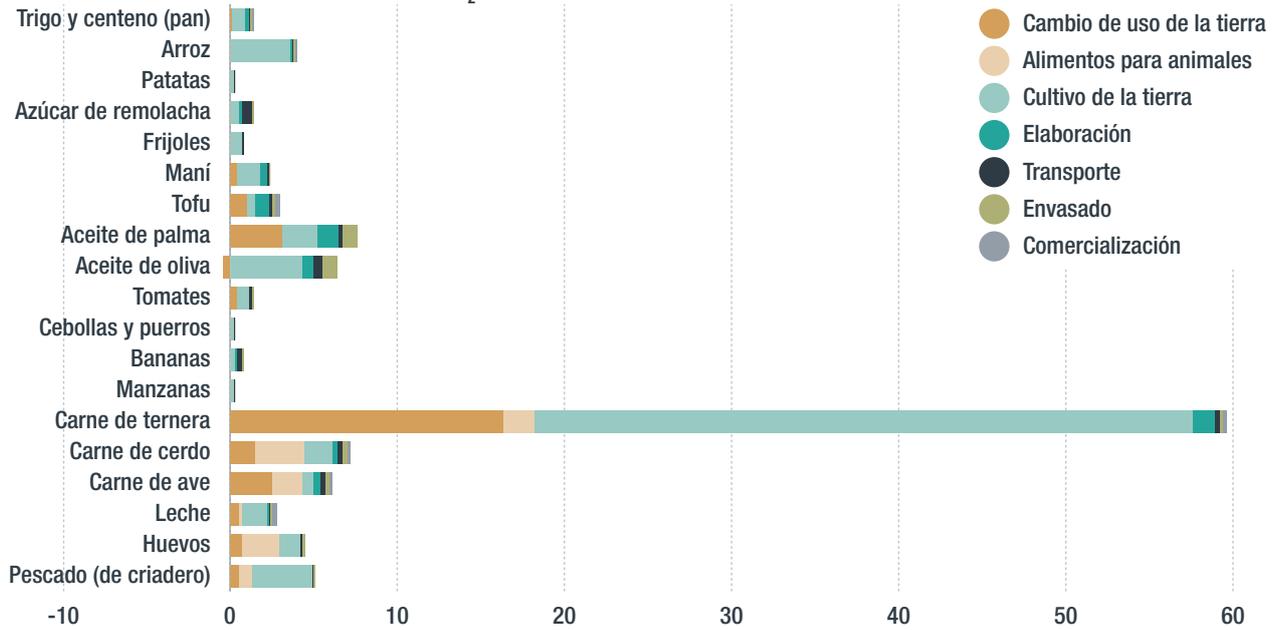
MÉXICO Gasto en alimentos para una semana: \$189,09 USD



Los gráficos que se presentan a continuación permiten estudiar los efectos de la producción de alimentos en el planeta, dependiendo de los alimentos que consumimos y de nuestra dieta. Dichos gráficos presentan las emisiones de gases de efecto invernadero (en kg de CO<sub>2</sub>-equivalente) de diferentes productos.

- ➔ Analizando las emisiones asociadas a las distintas etapas del ciclo de vida de los alimentos, ¿por qué un cambio de dieta podría ser más eficaz en términos de emisiones de GEI que comprar alimentos locales?
- ➔ Comparando el potencial de reducción de las emisiones de GEI de las diferentes dietas, explique qué dieta cree que es la mejor para proporcionar alimentos para todos en el futuro y, a la vez, limitar el cambio climático.

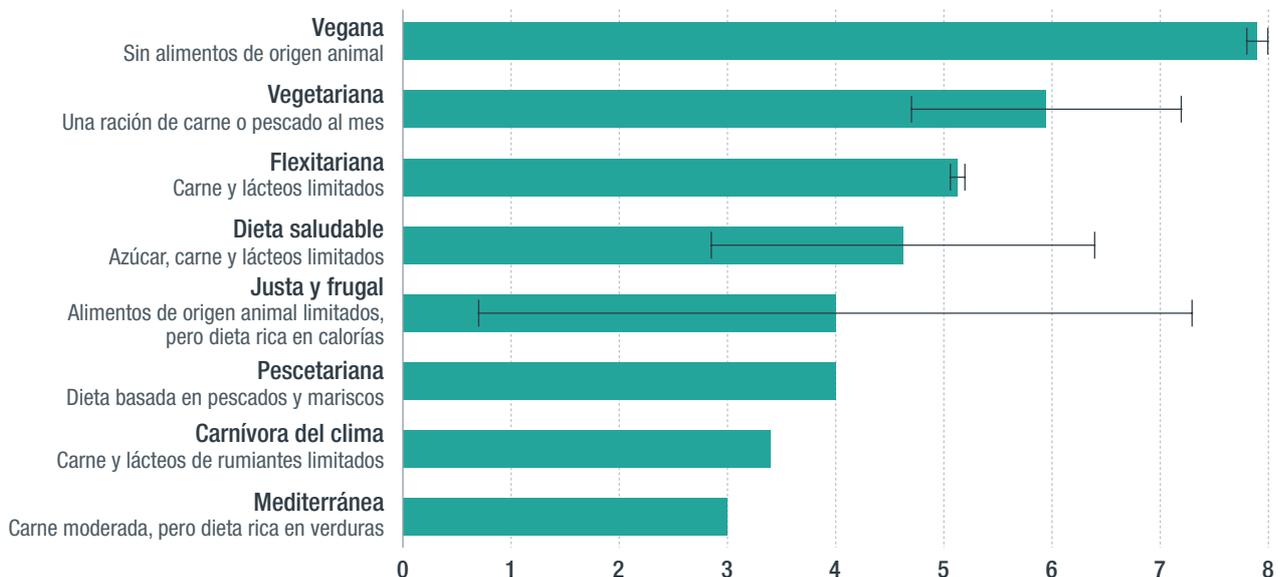
### EMISIONES DE GEI EN CADA FASE DEL CICLO DE VIDA DE DIFERENTES PRODUCTOS ALIMENTARIOS (KG CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE POR KG DE PRODUCTO)



Fuente: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

### POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GEI DE LAS DISTINTAS DIETAS (EN GT DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE AL AÑO)

El potencial de mitigación se refiere a la capacidad de una dieta para reducir las emisiones de GEI: cuanto más alto es el potencial, menos GEI produce la dieta. Según diversos estudios, si todo el mundo adoptara una dieta vegana se podría reducir la superficie de tierra destinada a producir alimentos, lo que permitiría la regeneración de los bosques y reduciría en un tercio las emisiones de GEI procedentes de la tierra.

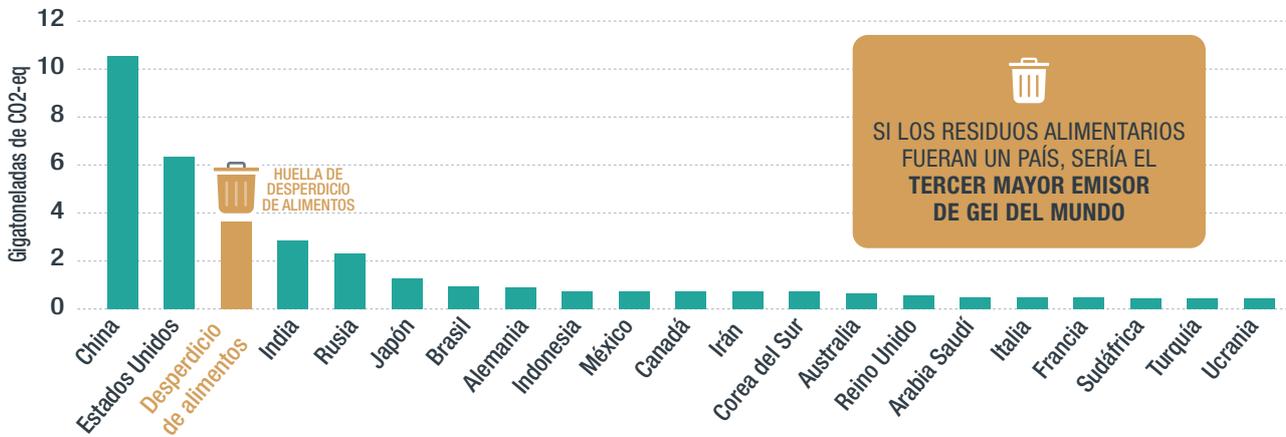


Fuente: Informe especial del IPCC "El cambio climático y la tierra", capítulo 5, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08\\_Chapter-5\\_3.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08_Chapter-5_3.pdf)



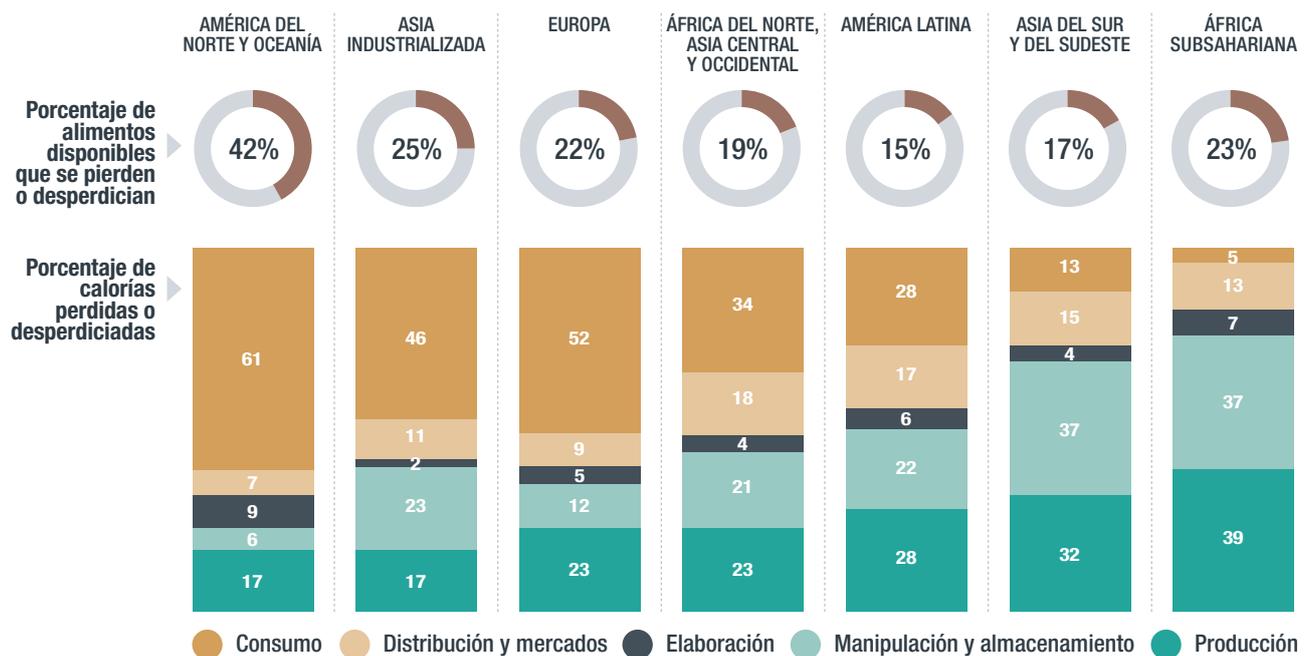
## HUELLA DE CARBONO DEL DESPERDICIO MUNDIAL DE ALIMENTOS

Los resultados representan las emisiones totales de GEI de cada país en gigatoneladas de CO<sub>2</sub>-eq (1 gigatonelada = mil millones de toneladas).



Fuente: Datos del Explorador de Datos Climáticos del WRI. Adaptado de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011, <http://www.fao.org/3/bb144e/bb144e.pdf>, reproducción autorizada.

## LA PÉRDIDA Y EL DESPERDICIO DE ALIMENTOS SE PRODUCEN EN FASES DISTINTAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO SEGÚN LAS REGIONES



Nota: El total puede no sumar 100 debido al redondeo. Los datos son de 2009.

Fuente: Datos del análisis del Grupo de Trabajo 1, basado en la FAO (2011c). Adaptado de Creating a Sustainable Food Future, [https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C\\_REP\\_Food\\_Course1\\_web.pdf](https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C_REP_Food_Course1_web.pdf)

### ¿Qué representa cada etapa?

- **Producción:** daños en las frutas y hortalizas causados por la maquinaria; vertidos de productos, plagas de insectos o enfermedades; pérdidas de animales por enfermedad o muerte durante la cría; peces desechados.
- **Manipulación y almacenamiento:** pérdidas producidas durante la cosecha, el almacenamiento, el transporte desde las explotaciones a los lugares de transformación; pérdidas de animales en los mataderos; putrefacción de la carne y el pescado en los centros de almacenamiento.
- **Elaboración:** pérdidas asociadas a la elaboración de zumos, conservas, productos de panadería; pelado, corte, cocción y clasificación; pérdidas de leche durante la pasteurización; pérdidas durante el enlatado, ahumado y salazón del pescado.
- **Distribución:** en los centros comerciales, muchos alimentos frescos se pudren y se tiran. En los comercios mayoristas y minoristas, los alimentos llegan a su fecha de caducidad y se tiran.
- **Consumo:** mucha bollería, leche, zumos y otros alimentos se tiran porque no se han vendido o consumido.



## HOJA DE TRABAJO C1.4

En la siguiente tabla hay una lista de cambios que usted o su familia podrían hacer. Es posible que algunos de ellos ya los haya aplicado o se los esté planteando. Cada cambio va acompañado de una puntuación por estrellas: cuanto mayor sea el número de estrellas, mayor será el impacto de la acción.

		YA LO ESTOY HACIENDO	ME LO PLANTEARÍA	SERÍA MUY DURO
Reducir el consumo de carne en un 50 %	★ ★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de comer carne	★ ★ ★ ★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reducir el consumo de mantequilla y queso en un 50 %	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de comer mantequilla y queso	★ ★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reducir el consumo de yogur y leche en un 50 %	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de tomar leche y yogur	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparar platos vegetarianos dos veces por semana	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparar platos vegetarianos cuatro veces por semana	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comer solo fruta y verdura de temporada	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unirse a un grupo de consumo ecológico y local	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cultivar tu propias frutas, hortalizas y verduras	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprar alimentos transportados en avión solo en ocasiones excepcionales	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de comprar alimentos que hayan sido transportados en avión	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprar un 75 % de alimentos que sean locales o se hayan producido en mi país	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consumir alimentos congelados solo en ocasiones especiales	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de consumir alimentos congelados, excepto los de la huerta/parcela	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dejar de consumir alimentos congelados y comidas preparadas y deshacerse del congelador	★ ★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reducir la cantidad de alimentos procesados en un 50 %	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reducir en un 50 % la cantidad de comidas preparadas y fast food	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evitar todos los envases de aluminio	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reducir el desperdicio de alimentos en un 50 %	★ ★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eliminar el agua embotellada y los refrescos	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Esta tabla se ha extraído de *In Time for Tomorrow? The Carbon Conversations Handbook*, de Rosemary Randall y Andy Brown, 2015.



## HOJA DE TRABAJO C1.5

### REGLAS PARA JUGAR SIN CONEXIÓN

Las cartas disponibles en la **HOJA DE TRABAJO C1.6** deben imprimirse, preferiblemente en papel grueso o cartulina, y plastificarse.

**Cada grupo debe tener un juego completo de cartas.**

Sugerimos que el juego se realice en pequeños grupos de no más de 4 alumnos por grupo.

### OBJETIVO DEL JUEGO

Gana el primer jugador en deshacerse de las cartas.

### ORGANIZACIÓN

- Todos los jugadores se sientan alrededor de la mesa.
- La primera carta se saca al azar y todos los jugadores deciden juntos con qué parámetros se jugará (puede ser la huella de carbono, el consumo de agua o la superficie de tierra necesaria).
- Se barajan las cartas.
- Se reparten tres cartas a cada jugador. Estos colocan sus cartas con el lado de las características boca abajo. **No deben mirarlas ni comprobar el reverso de las cartas bajo ningún concepto.**
- Se barajan las cartas restantes y se coloca el montón en el centro de la mesa con el lado de las características hacia abajo.
- Se saca la primera carta del montón, se coloca en el centro de la mesa y se le da la vuelta para que los jugadores puedan ver sus características.

### ¡JUGUEMOS!

Se juega por turnos, en el sentido de las agujas del reloj.

El primer jugador debe colocar una de sus cartas junto a la primera que está encima de la mesa:

- Si cree que la huella ecológica del alimento de su carta es menor que la del alimento de la primera carta, coloca su carta a la izquierda de la primera.
- Si cree que la huella ecológica del alimento de su carta es mayor, coloca su carta a la derecha.

Una vez ha jugado con su carta, el jugador le da la vuelta para que se vean sus características con el fin de comprobar que su huella ecológica se corresponde con su posición:

- Si la carta está correctamente colocada, se queda donde está, con las características visibles.
- Si no está bien colocada, la devuelve al montón. El jugador debe entonces tomar una nueva carta para añadirla, boca abajo, a las que ya tiene.

A continuación, es el turno del segundo jugador:

- Si el primer jugador había colocado su carta correctamente, entonces el segundo jugador puede colocar la suya a la izquierda o a la derecha de las dos cartas ya colocadas, o entre ellas.
- Si el primer jugador no había colocado su carta correctamente, entonces el segundo jugador puede colocar la suya a la derecha o a la izquierda.
- Si el segundo jugador coloca su carta correctamente, ésta permanece en su sitio con el lado de las características visible. La línea se reorganiza para que siempre haya un espacio entre cada carta.

A continuación es el turno del siguiente jugador. El juego continúa de la misma manera hasta que un jugador se haya descartado de todas sus cartas.

**Nota: Si dos cartas tienen el mismo valor, no importa el orden en que se coloquen.**



Esta tabla muestra las cartas de los alimentos disponibles para el juego. Pueden imprimirse por las dos caras.



**AZÚCAR DE REMOLACHA**  
7 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,013 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**1,53 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,013 m<sup>2</sup>**



**NUECES**  
30 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,02 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**138,34 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,43 m<sup>2</sup>**



**AZÚCAR DE CAÑA**  
7 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,022 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**4,34 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,014 m<sup>2</sup>**



**GUISANTES**  
90 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,03 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**13,47 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**MAÍZ**  
75 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**5,33 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,08 m<sup>2</sup>**



**ACEITE DE GIRASOL**  
10 ml

HUELLA DE CARBONO  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**10,08 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,18 m<sup>2</sup>**



**ACEITE DE COLZA**  
10 ml

HUELLA DE CARBONO  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**2,38 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,11 m<sup>2</sup>**



**ACEITE DE OLIVA**  
10 ml

HUELLA DE CARBONO  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**21,42 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**CEBOLLA**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**1,40 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,04 m<sup>2</sup>**



**AZÚCAR DE CAÑA**

7 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**NUECES**

30 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**AZÚCAR DE REMOLACHA**

7 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**ACEITE DE GIRASOL**

10 ml

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**MAÍZ**

75 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**GUISANTES**

90 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CEBOLLA**

100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**ACEITE DE OLIVA**

10 ml

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**ACEITE DE COLZA**

10 ml

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN





**LIMÓN**  
130 g

HUELLA DE CARBONO  
0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
10,79 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,12 m<sup>2</sup>



**MANÍ**  
20 g

HUELLA DE CARBONO  
0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
36,43 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,18 m<sup>2</sup>



**ZANAHORIA**  
150 g

HUELLA DE CARBONO  
0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
4,20 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,05 m<sup>2</sup>



**ACEITE DE PALMA**  
10 ml

HUELLA DE CARBONO  
0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
0,06 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,02 m<sup>2</sup>



**MANZANA**  
180 g

HUELLA DE CARBONO  
0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
32,40 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,11 m<sup>2</sup>



**PUERRO**  
150 g

HUELLA DE CARBONO  
0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
2,10 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,06 m<sup>2</sup>



**BRÓCOLI**  
150 g

HUELLA DE CARBONO  
0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
17,85 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,09 m<sup>2</sup>



**PATATAS**  
150 g

HUELLA DE CARBONO  
0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
15,19 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,23 m<sup>2</sup>



**BANANAS**  
180 g

HUELLA DE CARBONO  
0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
13,80 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,23 m<sup>2</sup>



ZANAHORIA

150 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



MANÍ

20 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



LIMÓN

130 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



PUERRO

150 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



MANZANA

180 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



ACEITE DE PALMA

10 ml

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



BANANAS

180 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



PATATAS

150 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



BRÓCOLI

150 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN





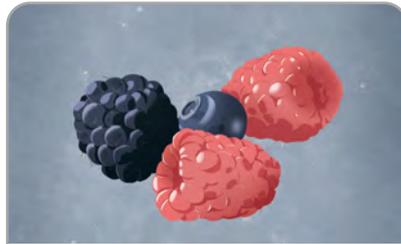
### TRIGO Y CENTENO (PAN)

75 g

HUELLA DE CARBONO  
0,15 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
61,35 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,35 m<sup>2</sup>



### FRUTOS DEL BOSQUE Y UVAS

120 g

HUELLA DE CARBONO  
0,18 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
50,40 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,29 m<sup>2</sup>



### BEBIDA DE SOYA

20 cl

HUELLA DE CARBONO  
0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
5,60 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,14 m<sup>2</sup>



### TOFU

100 g

HUELLA DE CARBONO  
0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
9,28 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,22 m<sup>2</sup>



### HUEVOS

1 huevo

HUELLA DE CARBONO  
0,26 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
32,30 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,35 m<sup>2</sup>



### ARROZ

75 g

HUELLA DE CARBONO  
0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
163,33 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,21 m<sup>2</sup>



### TOMATE

180 g

HUELLA DE CARBONO  
0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
55,50 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,12 m<sup>2</sup>



### QUESO DE VACA

20 g

HUELLA DE CARBONO  
0,37 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
85,62 l

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
1,35 m<sup>2</sup>



### CAFÉ

1 taza

HUELLA DE CARBONO  
0,4 kg CO<sub>2</sub>-eq

CONSUMO DE AGUA  
Insignificante

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
0,30 m<sup>2</sup>



**BEBIDA DE SOYA**  
20 cl

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**FRUTOS DEL BOSQUE Y UVAS**  
120 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**TRIGO Y CENTENO (PAN)**  
75 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**ARROZ**  
75 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**HUEVOS**  
1 huevo

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**TOFU**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CAFÉ**  
1 taza

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**QUESO DE VACA**  
20 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**TOMATE**  
180 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN





**YUCA**  
200 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,45 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**Insignificante**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,61 m<sup>2</sup>**



**CHOCOLATE NEGRO**  
1 onza

HUELLA DE CARBONO  
**0,46 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**5,40 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,68 m<sup>2</sup>**

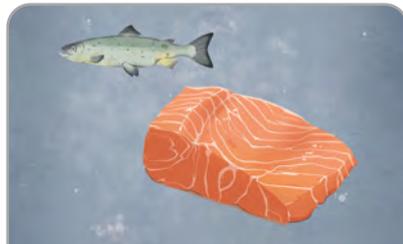


**LECHE DE VACA**  
20 cl

HUELLA DE CARBONO  
**0,64 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**125,60 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**1,80 m<sup>2</sup>**



**PESCADO (CRIADERO)**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,98 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**265,52 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,61 m<sup>2</sup>**



**CARNE DE AVE**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**0,99 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**66,45 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**1,24 m<sup>2</sup>**



**CARNE DE CERDO**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**2,11 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**308,58 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**3,06 m<sup>2</sup>**



**CARNE DE CORDERO**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**3,31 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**149,21 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**30,64 m<sup>2</sup>**



**CRUSTÁCEOS (CRIADERO)**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**3,62 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**478,38 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**0,40 m<sup>2</sup>**



**CARNE DE TERNERA**  
100 g

HUELLA DE CARBONO  
**8,72 kg CO<sub>2</sub>-eq**

CONSUMO DE AGUA  
**126,96 l**

SUPERFICIE DE TIERRA NECESARIA  
**28,60 m<sup>2</sup>**



**LECHE DE VACA**  
20 cl

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CHOCOLATE NEGRO**  
1 onza

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**YUCA**  
200 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CARNE DE CERDO**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CARNE DE AVE**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**PESCADO (CRIADERO)**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CARNE DE TERNERA**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CRUSTÁCEOS (CRIADERO)**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



**CARNE DE CORDERO**  
100 g

EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN



# LECCIÓN C2

## CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA

**MATERIAS PRINCIPALES**  
Ciencias naturales, geografía

**DURACIÓN**  
~ Preparación: 5 min  
~ Actividad: 1 h 15

**RANGO DE EDAD**  
12-15 años

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**  
En esta actividad, los alumnos descubren mediante el análisis de documentos cómo la agricultura moderna se ve afectada por el cambio climático y cómo afecta al clima.

Asimismo, aprenderán que:

- ~ La agricultura moderna es muy diversa.
- ~ La agricultura se ve afectada por el cambio climático.
- ~ Los fenómenos meteorológicos extremos afectan a la producción de cultivos y a la cría de ganado.
- ~ La agricultura moderna fomenta la deforestación.
- ~ La agricultura moderna tiene efectos en la biodiversidad.

**PALABRAS CLAVE**  
Tierra, agricultura, deforestación, fenómenos meteorológicos extremos

**MÉTODOS DE ENSEÑANZA**  
Análisis de documentos



### INTRODUCCIÓN 30 MIN

En la lección anterior los alumnos estudiaron la relación entre los hábitos alimentarios y el cambio climático. Pregúnteles de dónde vienen los alimentos que comen y cómo se producen (*¿De la huerta? ¿Del supermercado? ¿De la granja?*).

- *¿Qué es una granja? ¿Por qué es útil?*
- *¿Cómo funciona una granja?*

Posibles respuestas: una granja de vacas produce leche. Las vacas comen hierba (o son alimentadas con heno y, a veces, soya, maíz, etc.). Son ordeñadas por la mañana y por la tarde. La leche puede procesarse para hacer queso, yogur o mantequilla para venderse en la granja. Un horticultor cultiva hortalizas en un invernadero (tomates, pimientos, lechugas) o en el campo (patatas, cebollas, etc.). Necesita añadir nutrientes a la tierra, utilizando estiércol o compost, y necesita regar sus plantas.

- *¿Son todas las granjas iguales?*
- *¿Cómo podemos responder a estas preguntas?*

Para responder, los alumnos deben investigar qué es una granja. Pregúnteles: *¿Cómo podemos hacerlo? ¿Hacemos una visita? ¿Hay granja en la escuela?* Inicie un debate sobre el tema y explíqueles que pueden ver una granja desde el aire utilizando una página web, o bien, analizar documentos.

1. Si tiene acceso a Internet, los alumnos pueden estudiar el tema con una actividad multimedia. Si no, reparta la **HOJA DE TRABAJO C2.1**.
2. Reparta también la **HOJA DE TRABAJO C2.2** y complete la tabla con sus alumnos a partir de la información proporcionada por la vista aérea.
3. Dirija un debate con la clase para comparar las respuestas, planteando las preguntas siguientes (la idea es que vean el vínculo entre la agricultura y el cambio climático):

### PREPARACIÓN 10 MIN

#### MATERIAL

- Opcional: computadoras con acceso a Internet para la animación multimedia sobre la diversidad de prácticas agrícolas [Agricuture diversity](https://www.youtube.com/watch?v=AgriDiversity).
- Si no dispone de computadoras: **HOJA DE TRABAJO C2.1**.
- **HOJAS DE TRABAJO C2.2** y **C2.3** (1 por alumno).
- **HOJAS DE TRABAJO C2.4, C2.5, C2.6, C2.7** y **C2.8** (1 o 2 copias según el número de grupos que tenga).



#### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

Los documentos propuestos tienen dos niveles de dificultad: “curiosos”, el nivel más accesible, recomendado para alumnos de 11 a 12 años, y “expertos”, para alumnos de 12 años en adelante. Estas edades se dan a título meramente indicativo. Imprima las hojas de trabajo.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

La agricultura es una de las actividades que más GEI emite a la atmósfera a nivel mundial (en 2014 representó el 24 % de las emisiones totales, según el IPCC). La agricultura industrial es una de las que más contribuye por varias razones: los fertilizantes utilizados para cultivar emiten grandes cantidades de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a la atmósfera y la cría de animales produce metano (CH<sub>4</sub>).

En muchos casos, la producción de cultivos, principalmente de cereales para alimentar al ganado, fomenta la **deforestación**, lo que conduce a la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

**Pero la agricultura también se ve directamente afectada por el cambio climático:** la mayor frecuencia e intensidad de ciertos fenómenos extremos (inundaciones, olas de calor, incendios forestales, erosión del suelo, sequías) socavan la producción de alimentos y provocan malnutrición en muchas zonas.

Para profundizar en este tema y en la relación entre el cambio climático y la alimentación (lección C1), puede verse [este video](#) (en francés con subtítulos en inglés).



- *¿Qué granja es más grande?*
- *Para cada sistema de producción, ¿cómo creen que este tipo de agricultura afecta al medio ambiente (contaminación, agua, uso de la tierra) o al clima?*
- *¿Cómo creen que el clima puede afectar a estas explotaciones?*
- *¿Creen que algunas explotaciones afectan más al medioambiente que otras? ¿Qué pasa con el cambio climático?*

### PROCEDIMIENTO 30 MIN

4. Explique a sus alumnos que se van a convertir en expertos y van a asesorar a un agricultor que quiere montar un negocio (el docente puede desempeñar el papel de agricultor). En equipo, deberán reflexionar sobre los problemas que uno puede encontrar como agricultor y las posibles soluciones.

- En la primera etapa, estudiarán en grupo el papel de un experto (aconsejamos grupos de 3; puede haber varios grupos trabajando en el mismo papel): tendrán que analizar una ficha descriptiva, responder a preguntas y rellenar una breve conclusión (una frase) en la casilla correspondiente del balance final (**HOJA DE TRABAJO C2.3**).
- Posteriormente, cada grupo de expertos se mezclará en grupos más grandes de 5 personas, que tendrán 1 experto de cada categoría. Formarán el consejo asesor. Entre todos rellenarán el balance final con todas sus conclusiones y así podrán ayudar al agricultor en su toma de decisiones.

5. Reparta a cada alumno la hoja resumen de las conclusiones de los expertos **HOJA DE TRABAJO C2.3**.

6. Divida la clase en 5 grupos de expertos (3 alumnos por grupo):

- Meteorólogos (nivel experto) – **HOJA DE TRABAJO C2.4**
- Apicultores (nivel experto) – **HOJA DE TRABAJO C2.5**
- Veterinarios (nivel experto) – **HOJA DE TRABAJO C2.6**
- Guardabosques (nivel fácil) – **HOJA DE TRABAJO C2.7**
- Periodistas (nivel fácil) – **HOJA DE TRABAJO C2.8**

7. Cada grupo responde a las preguntas de su estudio de caso y anota la conclusión del estudio en una frase en la hoja del balance final.

### CONCLUSIÓN 10 MIN

Cada grupo presenta sus conclusiones al resto de la clase y luego los alumnos las debaten. Aporte ideas preguntando, por ejemplo, qué se puede hacer como alumno, como padre o en la escuela para fomentar una mejor agricultura. Ideas: fomentar la agricultura local, visitar una granja, plantar un huerto en la escuela, introducir menús vegetarianos en el comedor, etc.

#### UN PASO MÁS ALLÁ

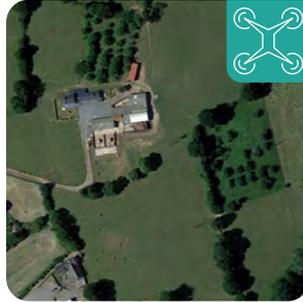
Puede llevar a los alumnos de excursión a una granja cercana o proponerles que participen en un proyecto para montar huertos en la escuela o en casa (ver la parte “Actuamos”, Proyecto n.º 5, [pág. 245](#)).



## CARNE DE TERNERA

### FRANCIA: LOS “BOCAGE” DE NORMANDÍA

En Normandía (Francia) se practica todavía una agricultura a pequeña escala en explotaciones familiares. Los prados son pequeños y están delimitados por setos que forman lo que se llama el “bocage”. Estos lugares albergan una biodiversidad muy rica, sobre todo de insectos y aves que se benefician de los numerosos árboles y arbustos. El modo de explotación tradicional es la cría de vacas de raza normanda para leche (y para hacer Camembert), pero también para carne. El ganado libera metano (un potente gas de efecto invernadero) a la atmósfera.



### BURKINA FASO: LA CARNE DE LOS FULANI

El pueblo fulani tienen grandes rebaños de cebúes con joroba (emparentados con la vaca), de los que se obtiene principalmente leche. Los bueyes se utilizan como fuerza de tiro. En ocasiones especiales, también se comen la carne. El ganado libera metano a la atmósfera, que es un potente gas de efecto invernadero. Los animales pastan en amplias zonas muy áridas y beben en abrevaderos creados por humanos. Las intensas y cada vez más frecuentes sequías relacionadas con el cambio climático están provocando pérdidas de rendimiento y mortalidad en los rebaños.



### PARAGUAY: EXPLOTACIONES GANADERAS

En Brasil y Paraguay, los agricultores están talando los bosques para crear espacio y criar vacas. Las vacas viven en densos grupos en corrales gigantes y se crían para proporcionar alimentos a la población local y para la exportación fuera de Sudamérica. Las vacas son las principales emisoras de metano, un importante gas de efecto invernadero. La deforestación también contribuye al cambio climático.



Vista desde un avión



Vista desde un dron



Vista a pie



## TOMATE

### ALMERÍA: UN MAR DE PLÁSTICO

Esta extensa región del sur de España fue en su día un desierto. Hoy en día está cubierta de invernaderos donde se cultivan tomates durante todo el año para abastecer a supermercados de toda Europa. Las frutas y hortalizas cultivadas aquí se utilizan a menudo en la preparación de alimentos industriales



procesados. La producción altamente intensiva requiere mucha agua, fertilizantes y pesticidas. Los invernaderos utilizan mucho plástico en su fabricación y se reparan con frecuencia, ya que la región es muy ventosa. El uso de tantos fertilizantes y plásticos y el transporte para distribuir los tomates a toda Europa suponen la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

### TÚNEZ: LOS TOMATES SECOS DE “CAP BON”

Cerca del mar, en el norte de Túnez, todavía existen empresas familiares tradicionales de cultivo de tomate. Los tomates se cultivan en campos abiertos y son recogidos a mano por las familias. Después se secan en grandes bastidores al sol, o se transforman en puré o concentrado de tomate. Estos cultivos familiares



se benefician de un entorno favorable para la producción de tomates que el cambio climático y la subida de nivel del mar podrían alterar.

### RUSIA: LOS HUERTOS COLECTIVOS

Rusia ofrece un ejemplo de agricultura periurbana colectiva a gran escala. La gran mayoría de los habitantes de las grandes ciudades rusas cultivan un huerto con fines alimentarios: se les llama jardineros (o *datchniki*). En estas agrupaciones de jardines, huertos y casas de campo se cultivan muchos productos,



entre ellos frutales (fresas y frambuesas) y hortalizas (coles, zanahorias, patatas o tomates). Además de contribuir significativamente a la producción agrícola del país, este “circuito paralelo” permite reducir los efectos del cambio climático.



Vista desde un avión



Vista desde un dron



Vista a pie



## MAÍZ

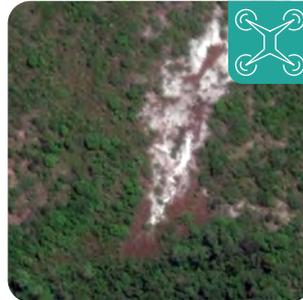
### MÉXICO: LA TRADICIÓN MAYA DEL CULTIVO DEL MAÍZ

En Yucatán existe una fuerte tradición maya que se traduce en una dieta muy diversificada en la que destaca el uso del maíz como base de los cereales (como en las famosas tortillas). En muchos pueblos, el maíz se cultiva en pequeñas parcelas dentro de fincas divididas donde también se cultivan árboles frutales y hortalizas. La tierra se suele trabajar a mano. Estas prácticas agrícolas tienen un bajo impacto en el clima, ya que requieren poco transporte y no emplean fertilizantes.



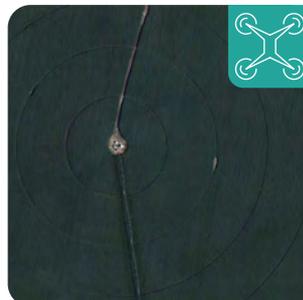
### VENEZUELA: AGRICULTURA DE ARBUSTOS

A lo largo del río Orinoco, el pueblo autóctono de los piaroa lleva siglos practicando la agricultura tradicional de roza y quema. Los campesinos queman una parte de la selva amazónica y luego cultivan sucesivos conjuntos de plantas y árboles para su consumo (huertas de maíz, luego de yuca, barbecho y luego bosques de palmeras y árboles frutales). En una pequeña parcela queman, cultivan y vuelven a plantar un bosque. Este tipo de agricultura es muy respetuosa con el medio ambiente y tiene un bajo impacto en el clima y la biodiversidad.



### ESTADOS UNIDOS: CAMPOS DE CULTIVO CIRCULARES

En las regiones semiáridas, para obtener un suelo fértil para cultivar productos como el maíz (utilizado principalmente para alimentar al ganado), los agricultores utilizan un sistema de riego (irrigación) creando gigantescos campos circulares de cultivo. Estos cultivos utilizan mucho espacio y agua. Además, suelen estar ligados al uso de fertilizantes y pesticidas (que tienen un impacto muy negativo en el clima), así como al cultivo de OMG. Estas estructuras son muy visibles desde el espacio y dan la impresión de que el paisaje está pixelado.



Vista desde un avión



Vista desde un dron



Vista a pie



## ACEITE DE PALMA

### SRI LANKA Y LA AGROFORESTERÍA

Las plantaciones de té y palma aceitera se combinan con otras plantas para imitar el ecosistema local y tienen cultivos más resistentes a las enfermedades y al clima que los monocultivos. Estas producciones familiares tienen un bajo impacto en el clima y el entorno local y promueven la biodiversidad.



### MALASIA: PRODUCCIÓN INTENSIVA DE ACEITE DE PALMA

En Sarawak, en la isla de Borneo, la industria de la palma aceitera es muy importante. Todos los años se queman grandes extensiones de selva tropical para dar paso a estas plantaciones. Estos interminables palmerales son un desastre para los ecosistemas locales: el monocultivo de estos árboles provoca el agotamiento de la antes rica biodiversidad local (esta es la tierra de los famosos orangutanes). Además, la deforestación contribuye al cambio climático. Casi todo el aceite producido se exporta desde Malasia.



### BENÍN: PRODUCCIÓN TRADICIONAL DE ACEITE DE PALMA

En África occidental, los agricultores practican la agroecología, cosechando frutos de palma silvestre en la naturaleza o en pequeñas explotaciones para el consumo local, como han hecho durante generaciones. El aceite de palma tradicional sigue siendo una parte esencial de la cultura, la economía y la dieta locales. Su producción artesanal la llevan a cabo generalmente mujeres agricultoras. Estos cultivos tienen un impacto muy bajo en el clima, ya que no requieren transporte ni utilizan fertilizantes.



Vista desde un avión



Vista desde un dron



Vista a pie



## HOJA DE TRABAJO C2.2

---

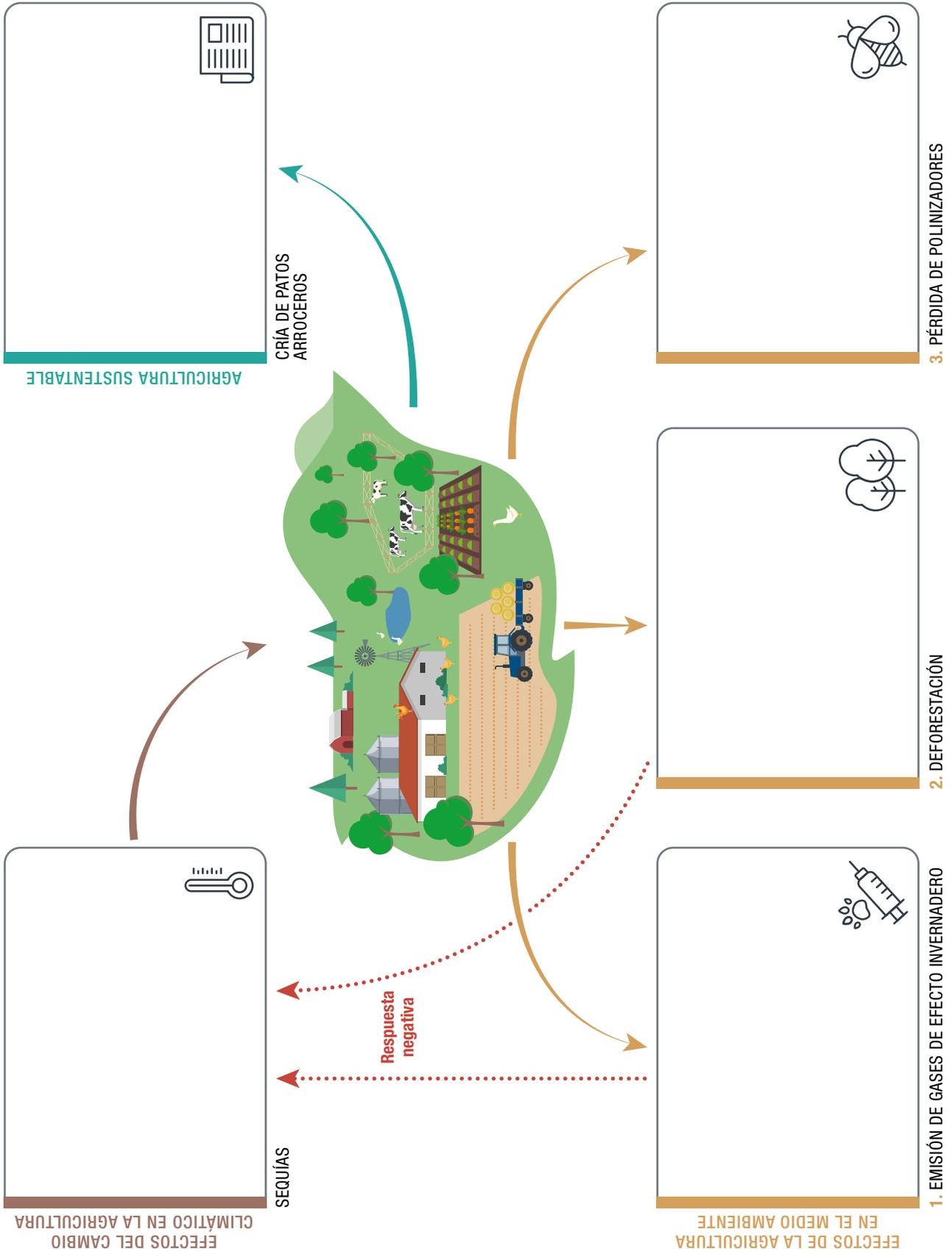
### DIFERENTES TIPOS DE AGRICULTURA EN EL MUNDO

	LOCALIZACIÓN / CLIMA	TIPO DE AGRICULTURA Y PRODUCCIÓN	DIMENSIONES APROXIMADAS
<b>CARNE DE TERNERA</b>			
<b>TOMATE</b>			
<b>MAÍZ</b>			
<b>ACEITE DE PALMA</b>			



# HOJA DE TRABAJO C2.3

## HOJA DEL BALANCE FINAL





## METEORÓLOGOS

Son un grupo de meteorólogos (estudian la temperatura y las precipitaciones en un momento concreto). Los envían a Australia para analizar lo ocurrido en 2015: los animales se morían de hambre y había una enorme sequía.

- ➔ ¿Dónde y cuándo se tomaron las fotos del DOCUMENTO 1? Explique la diferencia entre el “antes” y el “durante”. A partir de la foto del “antes” de la sequía, describa lo que ve: ¿humanos, animales, plantas, agua? ¿Qué aspecto tiene el cielo? ¿Nublado, soleado? ¿Qué aspectos cree que son buenos para la producción de alimentos de lo que ve en la imagen? Ahora mire la imagen “durante la sequía”: ¿qué cree que ha cambiado?
- ➔ ¿Cómo influye el clima en la actividad agrícola? Explíquelo en detalle, investigando en Internet.
- ➔ Describa los 2 gráficos de los DOCUMENTOS 2 y 3. En cada caso, ¿qué información hay en los ejes X e Y? ¿Qué tipo de datos se representan y cómo cambian con el tiempo? ¿Cómo se relaciona esto con la imagen del DOCUMENTO 1? ¿Cree que esto está relacionado con el cambio climático? ¿Por qué? ¿Cómo cree que cambiará esto con el tiempo?
- ➔ Conteste a la última pregunta escribiendo la respuesta (una frase) en la hoja del balance final: **¿Qué impacto tiene el cambio climático en la agricultura de Australia? ¿Cuáles son los problemas para la granja?**

---

### DOCUMENTO 1: ANTES Y DESPUÉS DE LA SEQUÍA EN AUSTRALIA

Si tiene acceso a Internet, entre en la siguiente web para ver las fotos del “antes” y el “después” de la sequía en las granjas australianas: <https://www.abc.net.au/news/2015-12-17/queensland-drought-photos-before-after/7035610?nw=0>



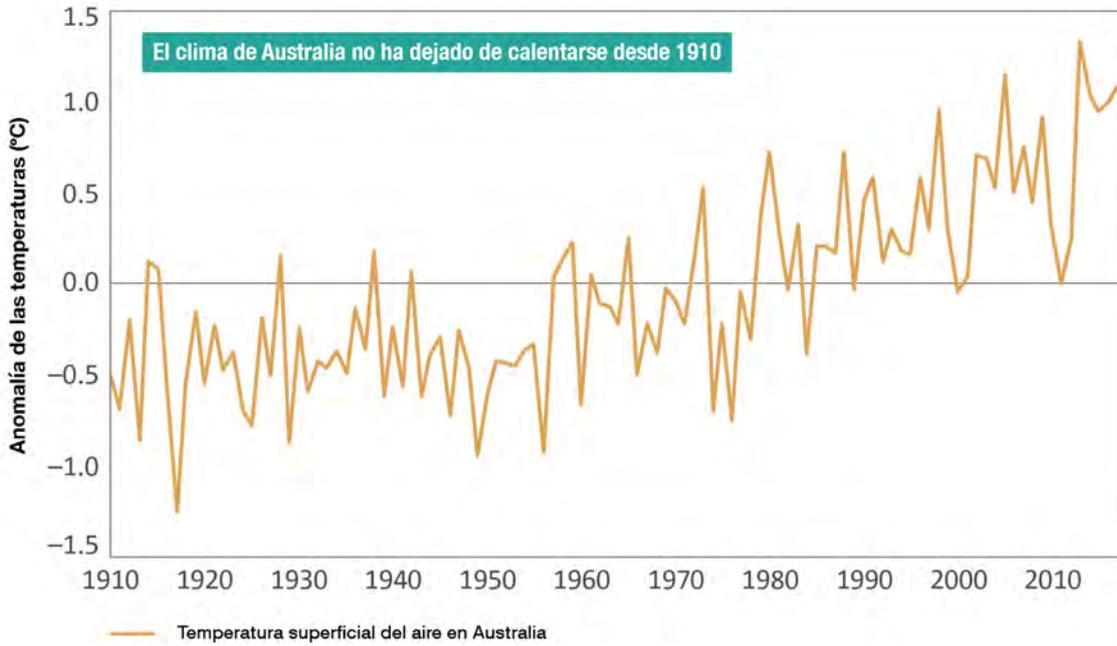
**2012:** Ganado saludable pastando en los campos de Catumnal.



**2015:** Los prados de Catumnal ya solo pueden alimentar a 20 animales



DOCUMENTO 2: CAMBIOS EN LA TEMPERATURA MEDIA EN AUSTRALIA DURANTE 100 AÑOS, DE 1910-2010



Fuente: © Copyright CSIRO Australia, datos de Bureau of Meteorology, <https://www.csiro.au/en/research/environmental-impacts/climate-change/state-of-the-climate/previous/state-of-the-climate-2018/australias-changing-climate>

DOCUMENTO 3: PRECIPITACIONES MEDIAS EN AUSTRALIA ENTRE 2009 Y 2019, EN MILÍMETROS



Fuente: Statista, datos de Bureau of Meteorology, <https://www.statista.com/chart/20525/australia-wildfires-drought-rain/>



APICULTORES

Son un grupo de apicultores: su trabajo es tener colmenas y abejas que producen miel. Saben muy bien lo importante que son las abejas para el medio ambiente. Se les pide que analicen los siguientes documentos para estudiar la relación entre la desaparición de las abejas y la agricultura.

- ➔ Sobre el 1<sup>er</sup> párrafo del artículo del DOCUMENTO 2 y el DOCUMENTO 1, explique por qué las abejas y otros polinizadores son importantes para la producción de alimentos.
- ➔ Lea el artículo completo y explique con sus palabras lo que está ocurriendo con los polinizadores. ¿A qué puede deberse? ¿Por qué la agricultura moderna es un problema para las abejas?
- ➔ **“El cambio climático está interfiriendo en la relación entre las abejas y las plantas de las que se alimentan”.** ¿Cómo interpreta esta frase? ¿Qué cree que está pasando? Puede investigar en Internet cómo afecta el cambio climático a las flores y a las abejas.
- ➔ Conteste a la última pregunta escribiendo la respuesta (una frase) en la hoja del balance final: **¿Qué está pasando con los polinizadores en todo el mundo? ¿Por qué esto es un problema para las explotaciones agrícolas?**

DOCUMENTO 1: LA IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS POLINIZADORES



LA PÉRDIDA DE INSECTOS POLINIZADORES SUPONE LA PÉRDIDA DE NUESTRAS FRUTAS Y VERDURAS

Alrededor de un **tercio** de los cultivos son **polinizados por abejas**



Manzanas



Aguacates



Peras



Berenjenas



Nabos



Calabaza



POLINIZACIÓN DE INSECTOS FRENTE A OTRO TIPO DE POLINIZACIÓN

Los frutos pueden **variar mucho en tamaño y calidad** si la polinización de insectos se elimina de la ecuación



Polinización de insectos



Autopolinización



Autopolinización y polinización por el viento

**DOCUMENTO 2: ¿QUÉ ESTÁ PASANDO CON LAS ABEJAS EN EL MUNDO?**

Si tiene acceso a Internet, puede leer el artículo completo:

<https://theconversation.com/ten-years-after-the-crisis-what-is-happening-to-the-worlds-bees-77164>

**THE CONVERSATION**

Academic rigour, journalistic flair

**Lo que les pasa a las abejas, diez años después de estallar la crisis**

Hace diez años, los apicultores de Estados Unidos dieron la voz de alarma después de que miles de colmenas se vaciaran misteriosamente de abejas. Esto provocó la toma de conciencia mundial por un nuevo fenómeno: el trastorno del colapso de las colonias de abejas.

Desde entonces, se ha observado que no solo se han perdido abejas en Estados Unidos, sino que se han producido problemas similares en todo el mundo. Para empeorar las cosas, también se está perdiendo una gran parte de las poblaciones de abejas silvestres.

La pérdida de abejas puede tener consecuencias trágicas para nosotros y para ellas. Las abejas son las polinizadoras de aproximadamente un tercio de las plantas con las que nos alimentamos, un servicio que se ha valorado en 153 000 millones de euros (168 000 millones de dólares) al año en todo el mundo.

En un estudio publicado recientemente, afirmamos que la agricultura y la industria modernas han generado múltiples factores de estrés subletales que perjudican la cognición de las abejas. Por ejemplo, tanto los gases del diésel como los pesticidas neonicotinoides reducen la eficacia de las abejas forrajeras para buscar alimento al interrumpir las conexiones químicas en su cerebro. La agricultura intensiva moderna altera la nutrición de las abejas, perjudicando su cerebro. Así pues, el cambio climático perturba la relación entre las abejas y las plantas de las que se alimentan.

**VOCABULARIO****COLMENA:**

lugar donde viven las abejas.

**TRASTORNO DEL COLAPSO DE LAS COLONIAS:**

nombre dado a un fenómeno mundial de disminución drástica de las poblaciones de abejas melíferas.

**FACTORES DE ESTRÉS SUBLETAL:**

impactos del entorno directo que afectan al comportamiento o a la salud de un individuo, sin matarlo directamente (a diferencia de un factor de estrés letal, que mata al individuo).

**COGNICIÓN:**

funciones del cerebro (memoria, capacidad de elección, movimientos, sentidos, etc.).

**GASES DEL DIÉSEL:**

contaminación atmosférica causada por coches, camiones y tractores.

**PESTICIDAS NEONICOTINOIDES:**

tipo de producto químico utilizado en los cultivos y explotaciones hortofrutícolas para eliminar insectos.

**ABEJA FORRAJERA:**

los polinizadores, al “forrajear”, recogen el polen y el néctar de las flores para alimentar a sus larvas.



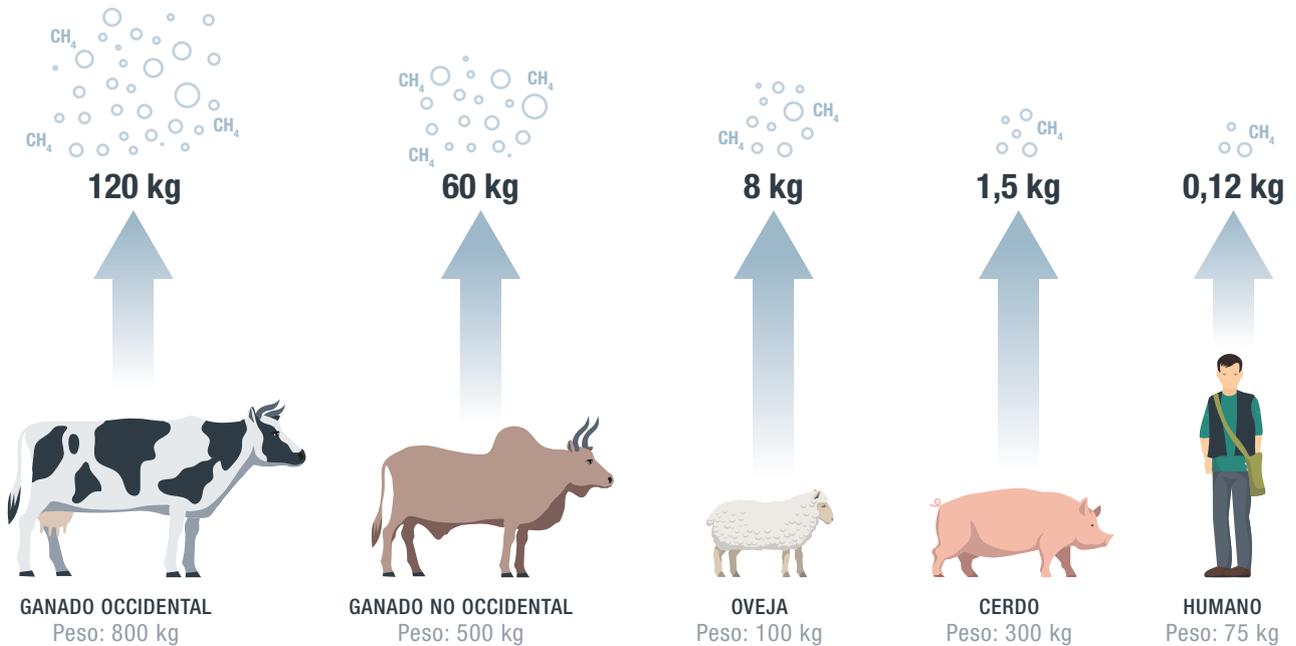
VETERINARIOS

Son un grupo de veterinarios: trabajan principalmente con animales de granja (vacas, caballos, cerdos, pollos, etc.) y conocen bien su biología. Se les ha pedido que describan el impacto de los animales de granja en la producción de gases de efecto invernadero.

- ➔ Utilizando el DOCUMENTO 1, compare la cantidad de metano que emite un animal de granja en un año con la que usted, como humano, emite en ese mismo período. Para calcular la cantidad de metano emitida por un kilo de animal, multiplique las emisiones de metano por el peso del animal. Eso le dirá qué especie emite más  $\text{CH}_4$  en relación con su peso.
- ➔ Con esos resultados, explique qué incidencia tiene la ganadería en el cambio climático.
- ➔ Observe el mapa (DOCUMENTO 2) y compare las distintas regiones. ¿Hay mucho ganado en su región? ¿Cree que esto afecta al clima? ¿Qué se puede hacer al respecto?
- ➔ Conteste a la última pregunta escribiendo la respuesta (una frase) en la hoja del balance final: **¿Cómo afectan los animales de granja al clima? ¿Qué soluciones existen para limitar el impacto de la agricultura en el clima?**

DOCUMENTO 1: ANIMALES DE GRANJA Y EMISIONES DE METANO (POR ANIMAL/HUMANO AL AÑO)

Las vacas, al igual que otros rumiantes, como los búfalos o las ovejas, tienen un estómago peculiar: de hecho, ¡no tienen uno, sino 4! Cada “bolsa” o cavidad del estómago contiene millones de microbios que descomponen los pastos y producen energía utilizable para la vaca. En este proceso también producen metano, un gas rico en carbono que se libera luego a la atmósfera a través de los eructos y flatulencias de las vacas y también de sus excrementos.

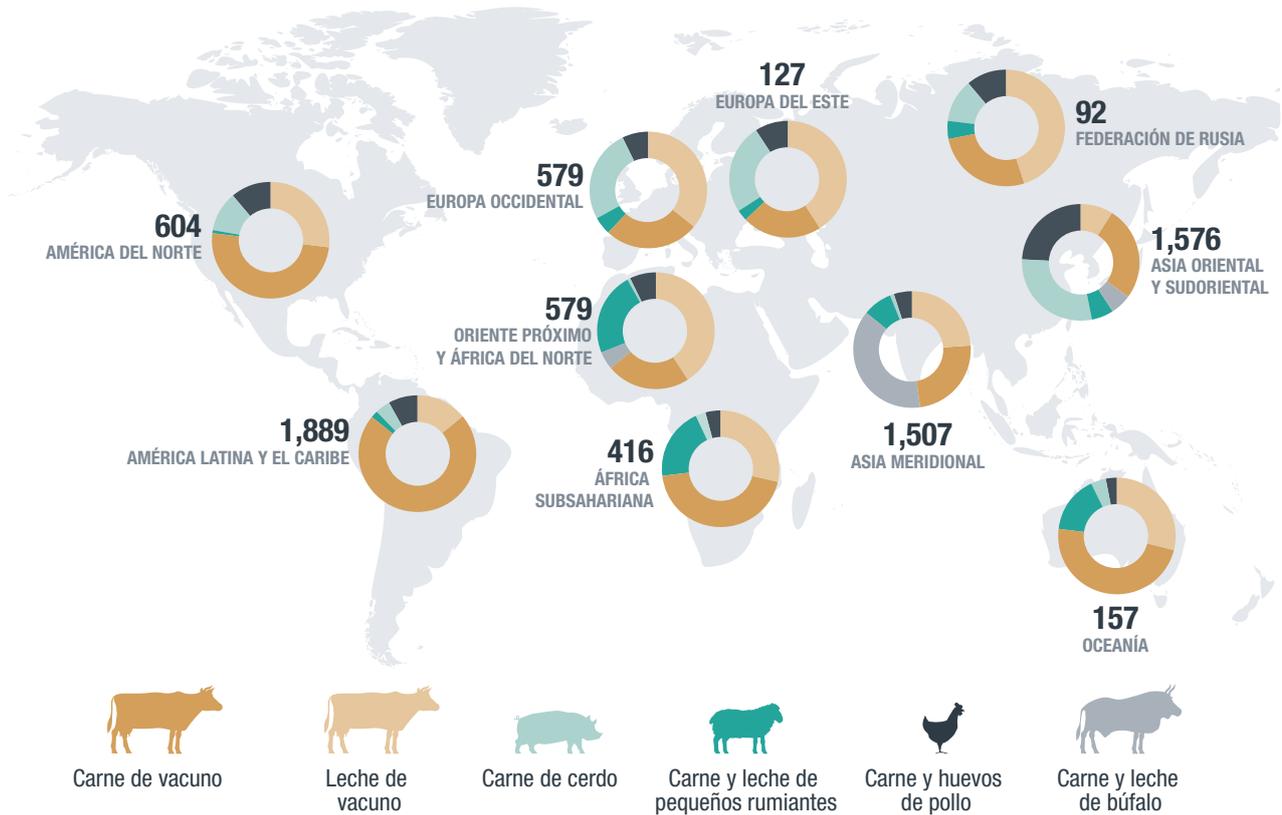


Fuente: Adaptado de Nasa's Goddard Institute for Space Science.



**DOCUMENTO 2: EMISIONES REGIONALES DE TODOS LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN MILLONES DE TONELADAS DE CO<sub>2</sub>-EQ, POR ESPECIES, EN 2010**

“CO<sub>2</sub>-eq” significa “dióxido de carbono equivalente”. Es útil para comparar el impacto de los distintos gases de efecto invernadero, ya que no tienen todos el mismo “poder de calentamiento”: por ejemplo, una determinada cantidad de metano calienta la atmósfera 28 veces más que la misma cantidad de CO<sub>2</sub>.



Fuente: Adaptado de <http://www.fao.org/gleam/results/en/#c303617>



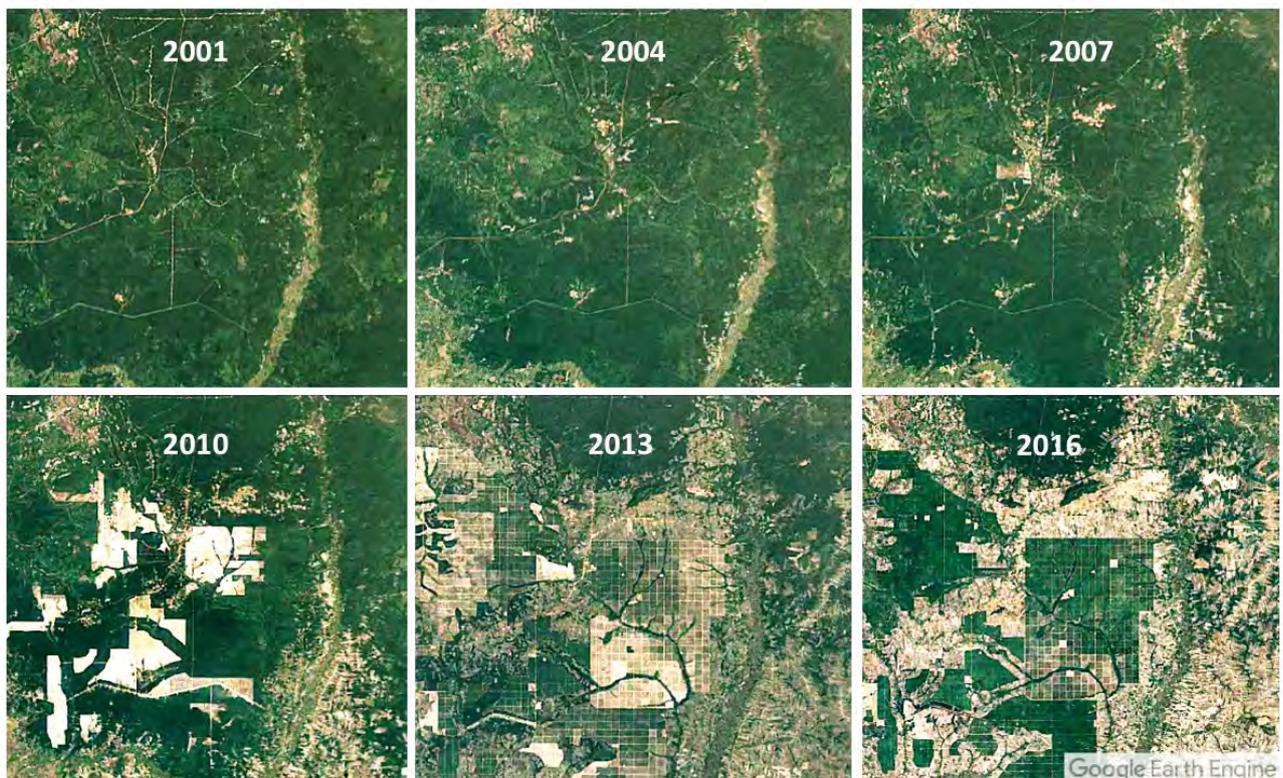
### GUARDABOSQUES

Son un grupo de guardabosques: conocen bien el bosque y saben que los árboles capturan el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Por esta razón, el bosque es bueno para luchar contra el cambio climático. Los envían a Camboya para estudiar el vínculo entre la agricultura y el bosque.

- ➔ DOCUMENTO 1: ¿Qué ve en las fotos del documento? ¿Qué le ha pasado al bosque con el paso del tiempo?
- ➔ DOCUMENTO 2: ¿Por qué la vegetación, los árboles y los bosques son importantes para el clima? Explique por qué es importante conservar el bosque.
- ➔ En este caso, ¿cómo afecta la agricultura al clima? ¿Es un efecto directo (que influye en la temperatura o las lluvias) o indirecto?
- ➔ Conteste a la última pregunta escribiendo la respuesta (una frase) en la hoja del balance final: **¿Por qué las grandes explotaciones/plantaciones son problemáticas para los bosques? ¿Por qué son un problema para el clima?**

#### DOCUMENTO 1: DEFORESTACIÓN EN LA RESERVA DE BENG PER (CAMBOYA) ENTRE 2001 Y 2016

Se han talado árboles para fabricar muebles o dar paso a plantaciones de caucho, arroz, plátanos o anacardos, que luego se exportan a todo el mundo. En estas fotos el bosque ha sido sustituido por plantaciones de caucho.

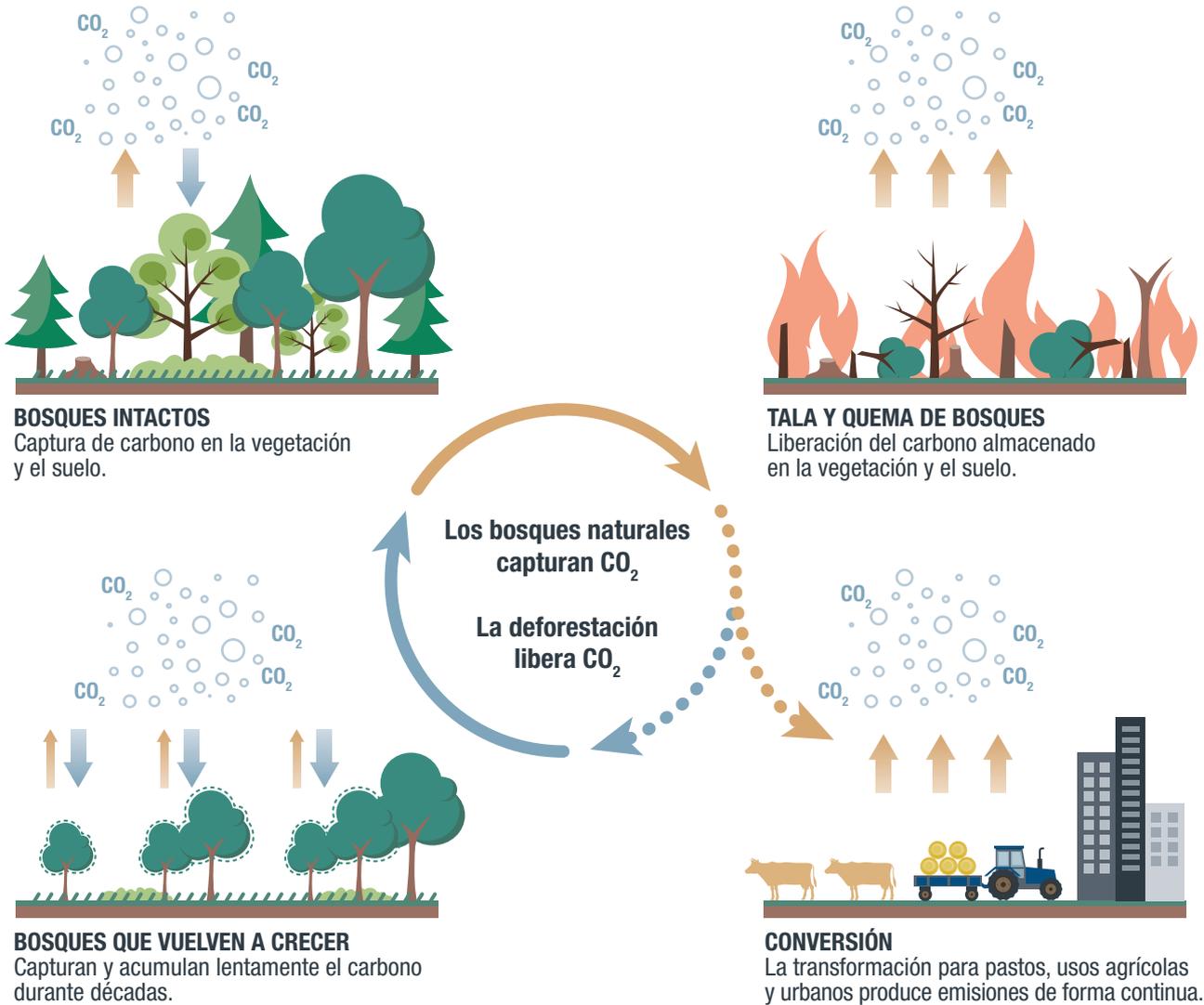


Fuente: Google Earth Engine, <https://earthengine.google.com/timelapse/>

**Nota:** si tiene acceso a Internet, puede ir a Google Earth y construir su propia línea de tiempo observando los cambios de uso de la tierra en los lugares que le interesen.



DOCUMENTO 2: LOS BOSQUES CAPTURAN Y LIBERAN DIÓXIDO DE CARBONO



Fuente: Adaptado del Center for Global Development, <https://www.cgdev.org/page/infographics-why-forests-why-now>



### PERIODISTAS

Son un grupo de periodistas y quieren informar sobre métodos de cultivo respetuosos con el medio ambiente. Van a visitar una explotación especial en Japón, que ha encontrado una forma interesante de hacer que sus métodos tengan un impacto muy bajo en el clima.

- ➔ Con sus propias palabras, ¿puede describir esta práctica agrícola y su origen?
- ➔ A partir del breve texto y de la siguiente imagen, explique por qué esta práctica agrícola es buena para el medio ambiente.
- ➔ Conteste a esta pregunta escribiendo la respuesta (una frase) en la hoja del balance final: **¿Por qué esta práctica agrícola es buena para el medio ambiente y el clima?**

#### DOCUMENTO 1: POR QUÉ LA CRÍA DE PATOS ARROCEROS ES BUENA PARA EL MEDIO AMBIENTE<sup>1</sup>



Takao Furuno, un agricultor japonés, ha desarrollado un método de cultivo de arroz que imita los ecosistemas naturales. Coloca patos en sus arrozales (parcelas inundadas utilizadas para cultivar arroz) para que se coman las malas hierbas y los insectos. Los productos de desecho de los patos aportan nutrientes a los cultivos, ahorrando así al agricultor el dinero que suele emplear en pesticidas y fertilizantes. Además, se gana dinero extra vendiendo carne y huevos de pato. El sistema de Furuno también utiliza el pescado de los campos de arroz, lo que supone otra fuente de ingresos. Los arroceros industriales han abandonado esta última práctica porque los insecticidas que utilizaban en su sistema de cultivo mataban a los peces. El sistema de Furuno produce un 20 % más de arroz que los sistemas convencionales que cultivan exclusivamente arroz.

**Nota:** Los pesticidas son productos químicos que se utilizan en los campos (o en los arrozales) para proteger los cultivos de los insectos o para controlar las enfermedades. Son peligrosos por 2 razones: matan a muchos insectos que no se comen los cultivos y emiten gases de efecto invernadero durante su producción y cuando se utilizan en los campos. Por todo ello, agravan el cambio climático.

<sup>1</sup> Adaptado del plan de lecciones FoodSpan, John Hopkins Center for a Livable Future, <https://www.foodspan.org/lesson-plans/unit-2-farmers-factories-and-food-chains/>

# LECCIÓN C3

## FENÓMENOS EXTREMOS Y DEGRADACIÓN DE LA TIERRA

### MATERIAS PRINCIPALES

Geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 5 min
- ~ Actividad: 1 h

### RANGO DE EDAD

12-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

En esta actividad, los alumnos aprenden que:

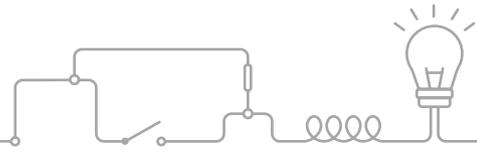
- ~ Hay una gran variedad de fenómenos meteorológicos extremos: olas de calor, incendios forestales, inundaciones, sequías, etc.
- ~ Los fenómenos meteorológicos extremos tienen un impacto negativo en la población y en los ecosistemas.
- ~ La frecuencia e intensidad de estos fenómenos ha aumentado en los últimos tiempos.
- ~ Las poblaciones humanas pueden reducir el impacto de estas condiciones climáticas (adaptación).
- ~ Estos fenómenos meteorológicos extremos están ligados al cambio climático.

### PALABRAS CLAVE

Fenómenos meteorológicos extremos, ola de calor, incendio forestal, inundación, desertificación, zonas áridas, degradación de la tierra, sequía

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Análisis de documentos



### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Durante esta actividad, debe tener en cuenta tres posibles obstáculos para la comprensión de los alumnos:

- **Confusión sobre si todas las catástrofes naturales están relacionadas con el clima o con el tiempo:** algunas sí (olas de calor, inundaciones, incendios), pero otras están provocadas por distintos mecanismos (terremotos, tsunamis, etc.).
- **Confusión entre la variabilidad natural del tiempo y la tendencia “arraigada” del cambio climático.** Es muy complicado atribuir al cambio climático cualquier evento meteorológico, pero sí sabemos que el cambio climático es la causa del aumento de la frecuencia y la intensidad de ciertos fenómenos (olas de calor, incendios o inundaciones). Este aspecto “estadístico” es realmente importante: no debemos centrarnos en “sucesos” puntuales, sino mostrar la multiplicidad de factores.
- Algunos documentos requieren **conocimientos básicos de interpretación gráfica**. No dude en dedicar tiempo con sus alumnos a analizar dichos documentos, sobre todo si se enfrentan a ellos por primera vez.

### PREPARACIÓN 5 MIN

#### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO C3.1, C3.2, C3.3, C3.4 y C3.5** (1 por grupo).

#### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

1. Previamente a la actividad, pida a los alumnos que reúnan “pruebas” de fenómenos meteorológicos extremos que hayan tenido lugar recientemente en su país o en otro lugar (prensa, redes sociales, etc.).
2. Imprima las hojas de trabajo (1 por grupo).

### INTRODUCCIÓN 10 MIN

Inicie un debate con la clase planteando las siguientes preguntas:

- *¿Qué es un fenómeno meteorológico extremo?*
- *¿Qué tipo de eventos extremos conocen? ¿De cuáles han oído hablar antes? ¿Los han visto en películas, libros o relatos? ¿En las noticias? ¿Han vivido alguno en su vida?* Se pueden anotar las distintas propuestas en la pizarra y ver si hay puntos en común.
- *¿Creen que los fenómenos extremos son más frecuentes hoy que antes?*
- *¿Sus familiares más mayores les han dicho que hoy hay más desastres climáticos que antes? ¿Era diferente cuando sus padres eran jóvenes, por ejemplo?*
- *¿Cómo podemos explicar el aumento de estos fenómenos extremos?*

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Los **fenómenos meteorológicos extremos** son aquellos que se salen de los patrones meteorológicos normales de un lugar determinado (por ejemplo, huracanes super potentes, lluvias torrenciales, sequías, olas de calor, etc.). Estos fenómenos son en sí mismos muy perjudiciales y **sus efectos pueden ser devastadores**.

Con el cambio climático **se ha observado un aumento de la frecuencia y/o intensidad de estos fenómenos**. El cambio climático también puede empeorar los efectos de algunos de ellos. Por ejemplo, la subida del nivel del mar puede agravar el impacto de las tormentas costeras y el calentamiento global puede aumentar la presión sobre el suministro de agua en caso de sequía. Los científicos han publicado más de 150

estudios de atribución a partir de fenómenos meteorológicos en todo el mundo. Puede acceder a un resumen de estos estudios en este [sitio web](#).



Las predicciones de fenómenos extremos en el contexto del cambio climático para los próximos años **siguen siendo inciertas en el caso de algunos de ellos** (por ejemplo, los monzones, dado que hay poco consenso en los modelos climáticos sobre los cambios futuros). **Sin embargo, hay pruebas fehacientes de que el aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos en los últimos años se debe a las actividades humanas y a las emisiones de gases de efecto invernadero**.

### PROCEDIMIENTO 45 MIN

1. Divida la clase en 4 grupos.
2. Pida a cada grupo que analice los documentos de las hojas de trabajo (así como los documentos que hayan llevado a clase).
3. Después de que cada grupo haya analizado y debatido sus documentos, un miembro de cada grupo presenta su análisis a los demás grupos. Como docente, puede elegir el tipo de presentación en función del nivel de la clase y del tiempo del que disponga.
4. Los alumnos deben tomar nota de la diversidad de artículos y gráficos que deben analizar y de la variedad de fuentes. La primera hoja de trabajo ofrece una visión global, mientras que las otras muestran ejemplos concretos en distintas regiones del mundo. La combinación de estos diversos documentos ayudará a los estudiantes a observar una “tendencia” general y a tomar conciencia de lo que suponen estos fenómenos extremos para la población.
5. Dedique un tiempo a hablar de ciertos temas que puedan generar ansiedad. Hablar de fenómenos extremos o desastres naturales puede ser estresante y traumático para los alumnos. Es importante que se sepan que, pese al aumento de estos sucesos en los últimos 100 años, el número de muertes ha ido disminuyendo (véase la **HOJA DE TRABAJO C3.1**). Hoy día, las sociedades están mejor preparadas para responder a estos desastres (avances médicos, mejores infraestructuras, solidaridad internacional, etc.).

### CONCLUSIÓN 5 MIN

Concluya diciendo que existen pruebas fehacientes de que el cambio climático está provocando un aumento de determinados fenómenos extremos, como olas de calor, incendios, inundaciones, etc. Suelen ser más frecuentes y más intensos, lo que tiene un fuerte impacto en la degradación de la tierra, la desertificación, la agricultura o la salud.

Para concluir, puede dirigir un debate formulando preguntas clave:

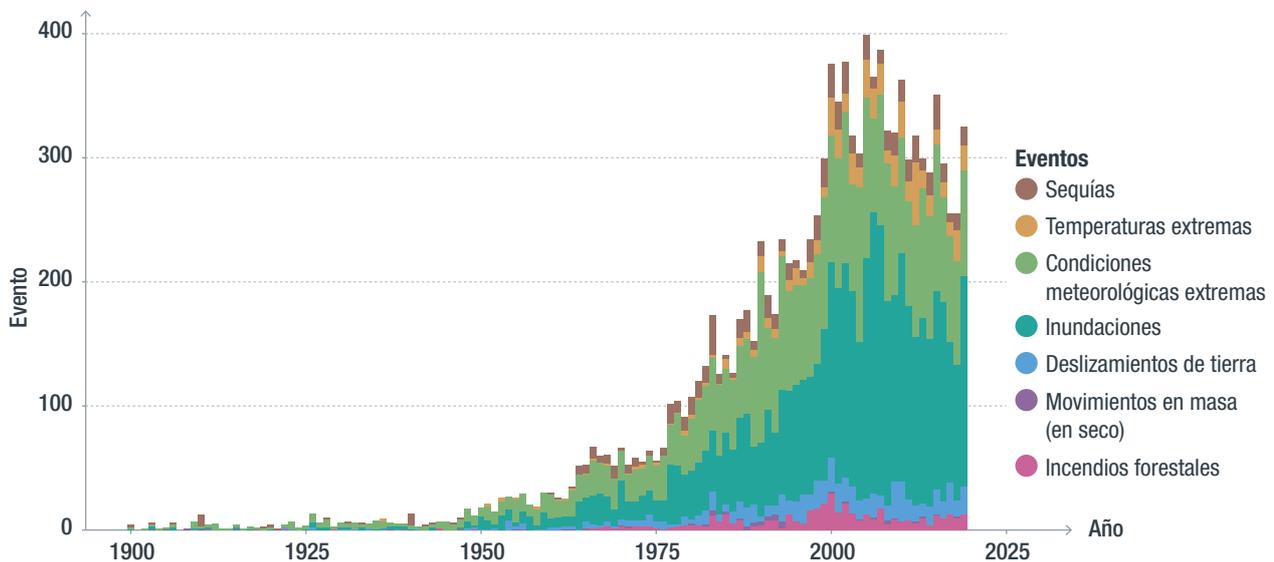
- *¿Cuáles son los diferentes fenómenos meteorológicos extremos?*
- *¿Tienen todos consecuencias similares?*
- *¿Cómo creen que evolucionará la situación en los próximos 10, 20 o 50 años?*
- *¿Creen que ustedes o sus comunidades son más vulnerables a estos fenómenos?*
- *¿Qué podrían hacer si su ciudad se ve afectada por los incendios forestales, la sequía, etc.?*
- *¿Por qué creen que no se han tratado los terremotos, los tsunamis o los volcanes en esta actividad? ¿Están relacionadas con el cambio climático? ¿También están aumentando?*
- *¿Cómo puede la gente adaptarse a los fenómenos meteorológicos extremos?*
- *¿Qué consecuencias tienen estos fenómenos en la superficie terrestre? ¿Causan la degradación del suelo?*



Observa los siguientes documentos y responde a estas preguntas:

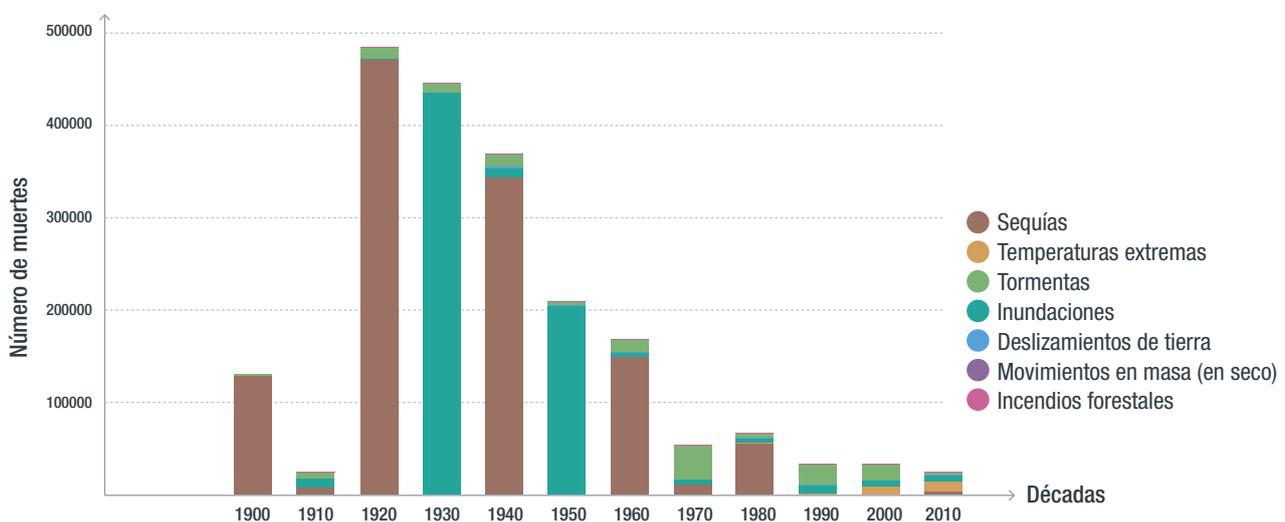
- ➔ ¿De qué tipo de documentos se trata? ¿Cuándo se publicaron?
- ➔ ¿Cuáles son las fuentes de los documentos? ¿Son fiables dichas fuentes?
- ➔ Describa los gráficos. ¿Qué hay en el eje X (horizontal) y en el eje Y (vertical)? ¿Qué unidades se utilizan? ¿Qué tendencias se observan?
- ➔ ¿Qué tipos de fenómenos extremos se muestran aquí?
- ➔ ¿Cómo han cambiado los fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 120 años?
- ➔ ¿Qué puede decir de la evolución del número de muertes por esta causa en ese mismo período?
- ➔ Explique por qué algunas catástrofes han disminuido y otras han aumentado con el tiempo.
- ➔ Explique por qué algunos tipos de muertes han disminuido con el tiempo.
- ➔ ¿Ha vivido usted o su familia alguna vez algún fenómeno de este tipo? ¿Cómo se sintió? ¿Qué hizo/hicieron para protegerse? Comparta aquí su experiencia.

## DOCUMENTO 1: CAMBIOS EN EL NÚMERO DE EVENTOS EXTREMOS DE 1900 A 2019



Fuente: adaptado de EMDAT (2019) - OFDA/CRED *Base de datos internacional sobre desastres de OFDA/CRED*, Universidad católica de Lovaina, Bruselas (Bélgica).

## DOCUMENTO 2: CAMBIOS EN EL NÚMERO ANUAL DE MUERTES EN EL MUNDO POR CATÁSTROFES NATURALES DE 1920 A 2010



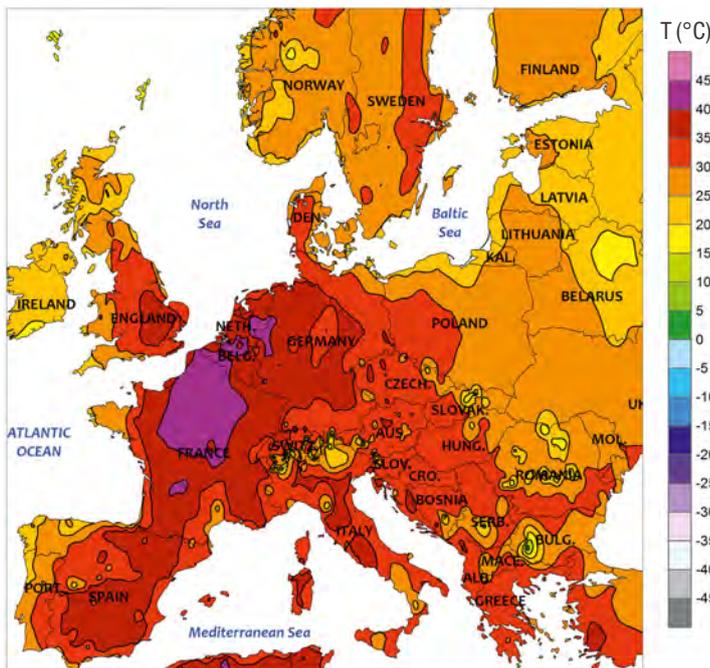
Fuente: adaptado de EMDAT (2019) - OFDA/CRED *Base de datos internacional sobre desastres de OFDA/CRED*, Universidad católica de Lovaina, Bruselas (Bélgica).



Observa los siguientes documentos y responde a estas preguntas:

- ➔ ¿De qué tipo de documentos se trata? ¿Cuándo se publicaron?
- ➔ ¿Cuáles son las fuentes de los documentos? ¿Son fiables dichas fuentes?
- ➔ Describe el mapa. ¿Qué puede ver? ¿Dónde están las regiones más cálidas de Europa del Este?
- ➔ ¿Qué tipo de fenómeno extremo se muestra aquí?
- ➔ ¿Este evento afectó a una pequeña región o a varios países?
- ➔ ¿Ha vivido o conoce a personas que hayan vivido un evento de este tipo? ¿Cómo se sintió o se sintieron esas personas? ¿Qué hizo/hicieron para protegerse? Comparta aquí su experiencia.

## DOCUMENTO 1: MAPA DE TEMPERATURAS EXTREMAS (°C) EN EUROPA, 25 DE JULIO DE 2019



En julio de 2019, Europa vivió unas condiciones meteorológicas excepcionalmente cálidas. Se registraron récords históricos de temperatura en Bélgica, Alemania, Luxemburgo, los Países Bajos y el Reino Unido, con temperaturas que superaron en 9 °C la temperatura media habitual en esa época del año.

Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), citada en: [https://en.wikipedia.org/wiki/July\\_2019\\_European\\_heat\\_wave](https://en.wikipedia.org/wiki/July_2019_European_heat_wave)

## DOCUMENTO 2: RELACIÓN ENTRE LAS OLAS DE CALOR Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

“En junio se alcanzaron nuevos récords históricos en muchos lugares de Europa occidental. En julio se volvieron a batir récords, aunque en zonas diferentes. Una vez más, se habló del papel del cambio climático en estos eventos de gran magnitud. [...]”

En Francia y los Países Bajos, habría sido muy improbable que se produjeran tales temperaturas sin la influencia humana en el clima (períodos de retorno superiores a ~1000 años). [...]”

Cabe destacar que todas las olas de calor analizadas hasta ahora en Europa en los últimos años (2003, 2010, 2015, 2017, 2018, junio de 2019, este estudio) fueron mucho más probables e intensas como consecuencia del cambio climático inducido por el hombre”.

02 de agosto de 2019

Fuente: Adaptado de <https://www.worldweatherattribution.org/human-contribution-to-the-record-breaking-july-2019-heat-wave-in-western-europe/>

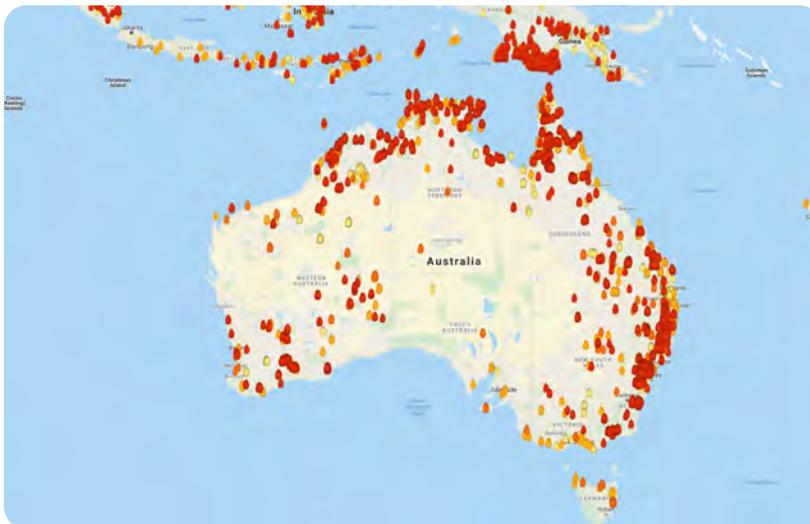


Observa los siguientes documentos y responde a estas preguntas:

- ¿De qué tipo de documentos se trata? ¿Cuándo se publicaron?
- ¿Cuáles son las fuentes de los documentos? ¿Son fiables dichas fuentes?
- ¿Qué tipo de fenómeno extremo se muestra aquí? ¿Qué ocurrió en Australia en 2019?
- Describa el mapa (DOCUMENTO 1). ¿Qué puede observar en él?
- Lea el DOCUMENTO 2 y explique cuáles pueden ser las consecuencias de los megaincendios para los ecosistemas y las sociedades humanas.
- Observe los mapas de los otros países (DOCUMENTO 3). ¿Qué representan los círculos rojos? Imagine una región tan grande como el círculo ardiendo. ¿Puede describir cómo podría afectarle a usted, a los ecosistemas y a las explotaciones agrícolas cercanas?
- Teniendo en cuenta que las temperaturas del planeta están aumentando, ¿qué impacto tendrá eso en este tipo de fenómenos?
- ¿Usted o sus conocidos han experimentado alguna vez un desastre de este tipo? ¿Cómo se sintió o se sintieron? ¿Qué hizo/hicieron para protegerse? Comparta aquí su experiencia.

## DOCUMENTO 1: LOCALIZACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN AUSTRALIA, DICIEMBRE DE 2019

Cada punto amarillo, naranja y rojo representa un incendio. Durante el megaincendio de 2019-2020, se quemaron alrededor de 100 000 km<sup>2</sup> en todo el país.



Fuente: Captura de pantalla de <https://myfirewatch.landgate.wa.gov.au/>, diciembre de 2019

## DOCUMENTO 2: ARTÍCULO DE LA BBC - LOS INCENDIOS DE AUSTRALIA AFECTAN A MÁS DE 3 000 MILLONES DE ANIMALES

**“Casi 3 000 millones de animales murieron o fueron desplazados durante los devastadores incendios forestales del año pasado en Australia, según los científicos.**

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), que encargó el informe, señaló que ha sido uno de los “peores desastres naturales de la historia reciente”. El verano pasado, los incendios masivos arrasaron todos los estados australianos, quemando árboles y arbustos y causando al menos 33 muertos. Mamíferos, reptiles, aves y ranas perecieron a causa de las llamas o debido a la pérdida de su hábitat.

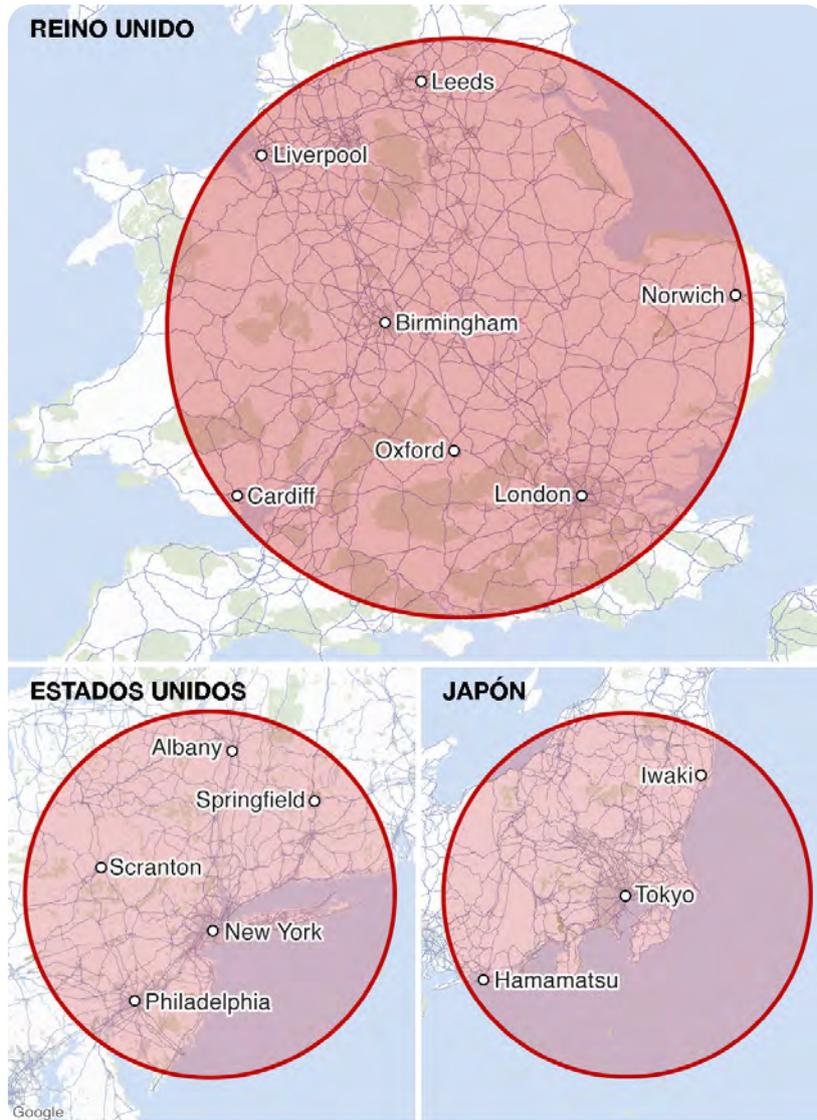
En el punto álgido de la crisis, en enero, los científicos estimaron que los incendios causaron la muerte a 1 250 millones de animales solo en Nueva Gales del Sur y Victoria. Sin embargo, la nueva estimación abarca un área más amplia: de septiembre a febrero se quemaron unos 11,46 millones de hectáreas, una superficie del tamaño de Inglaterra”.

Fuente: <https://www.bbc.com/news/world-australia-53549936>



**DOCUMENTO 3: MAPA EN EL QUE SE OBSERVA EL TAMAÑO DE LAS REGIONES AUSTRALIANAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS FORESTALES EN 2019**

¿Qué magnitud tienen los incendios en Australia? Se calcula que afectan a un área de 10 millones de hectáreas (100 000 km<sup>2</sup>) en toda Australia desde el 1 de julio.



Fuente: BBC – Incendios en Australia: guía visual de la crisis de incendios forestales:  
<https://www.bbc.com/news/world-australia-50951043>

Opcional: si dispone de acceso a Internet, entre en esta página <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>  
Marque en el mapa el municipio (ciudad, pueblo, aldea) donde vive y dibuje luego un círculo con un radio de 178 km (eso representa una superficie de 100 000 km<sup>2</sup>).



Observa los siguientes documentos y responde a estas preguntas:

- ➔ ¿De qué tipo de documentos se trata? ¿Cuándo se publicaron?
- ➔ ¿Cuáles son las fuentes de los documentos? ¿Son fiables dichas fuentes?
- ➔ ¿Qué tipo de fenómeno extremo se muestra aquí?
- ➔ Observe los mapas (DOCUMENTO 1) de las inundaciones. ¿Cuál es la densidad de población? ¿Es esto un problema para las ciudades y los habitantes?
- ➔ Describa el DOCUMENTO 2: ¿Qué información hay en los ejes X e Y (horizontal y vertical)? ¿Qué unidades se emplean en el gráfico? ¿Qué patrones pueden observarse? Describa cómo ha cambiado el número de inundaciones desde 1950. ¿Es esta tendencia la misma en todo el mundo? ¿Dónde están las regiones con las inundaciones más graves?
- ➔ A partir del DOCUMENTO 3, ¿puede explicar por qué hay un aumento de las inundaciones en el mundo? ¿Qué pronosticaría sobre el ritmo de las inundaciones en el futuro?
- ➔ ¿Ha experimentado usted, o sus conocidos, algún suceso de este tipo? ¿Cómo se sintió? ¿Qué hizo o hicieron para protegerse? Comparta aquí su experiencia.

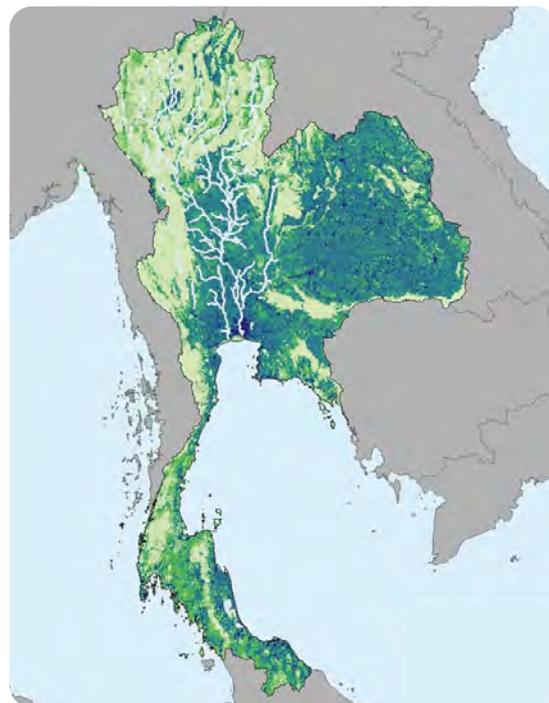
### DOCUMENTO 1: INUNDACIONES Y DENSIDAD DE POBLACIÓN EN TAILANDIA

Número de provincias de Tailandia afectadas por las inundaciones del 6 de septiembre de 2019



● Capital nacional ● Provincia afectada por inundaciones ● Otros países

Densidad de población en Tailandia, diciembre de 2016



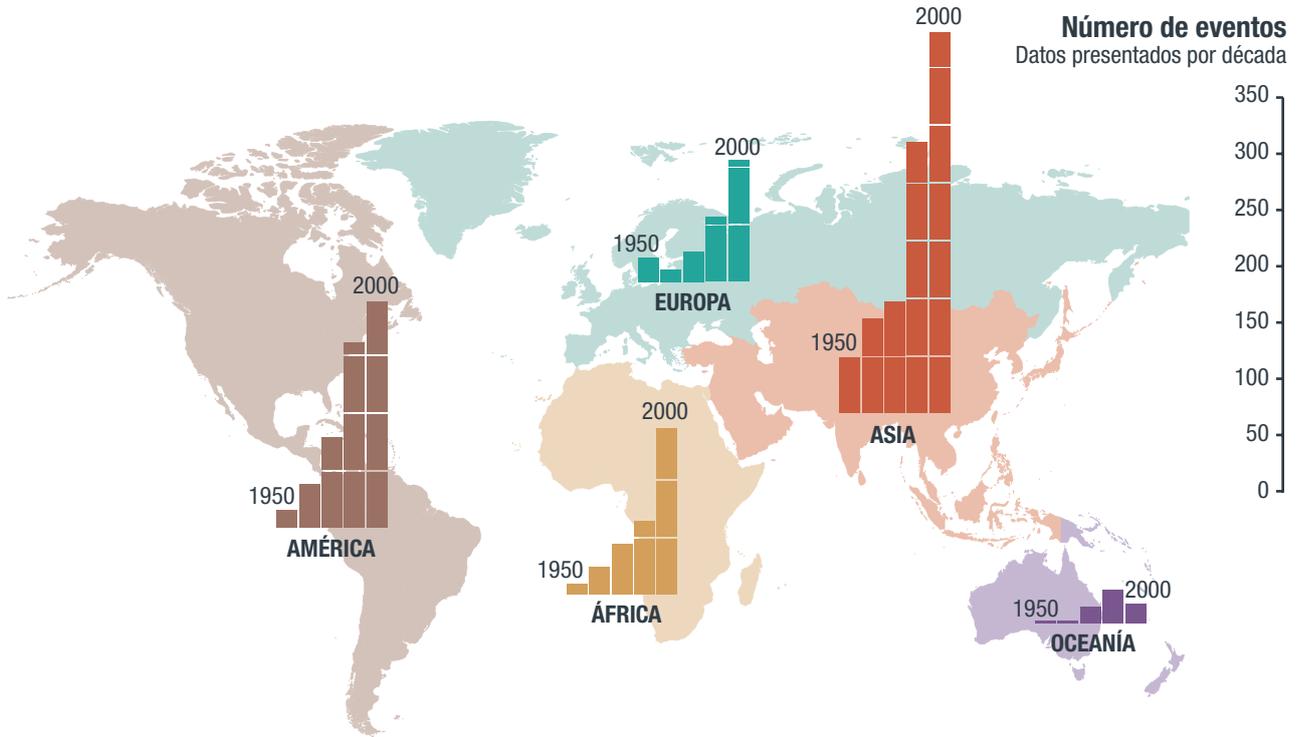
Densidad de población: Alta Baja

Fuentes:

<https://reliefweb.int/map/thailand/thailand-floods-information-bulletin-6-september-2019> (izquierda) y <https://www.air-worldwide.com/Blog/Floods-in-Thailand-Are-Regular-Natural-Disasters/> (derecha)



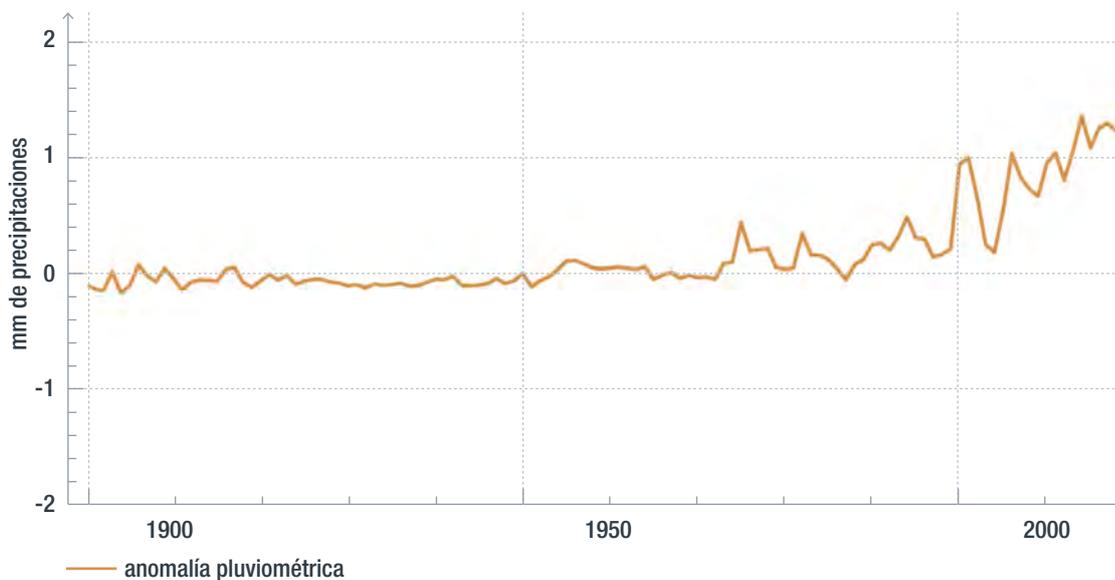
DOCUMENTO 2: NÚMERO DE INUNDACIONES EN CINCO DÉCADAS, 1950-2000



Fuente: Millenium Ecosystem Assessment, 2007, <https://www.grida.no/resources/6062>

DOCUMENTO 3: VARIACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES MUNDIALES CON RESPECTO A UN VALOR "NORMAL" DE 30 AÑOS ENTRE 1961 Y 1990 (ANOMALÍA PLUVIOMÉTRICA)

Las inundaciones están ligadas a las precipitaciones (número de días de lluvia o intensidad de esta).



Fuente: Adaptado de clivebest.com, datos de NCDC Daily, <http://clivebest.com/blog/?p=8502>



Observe los siguientes documentos y responda a estas preguntas:

- ➔ Describa los documentos que figuran a continuación. ¿Cuándo se publicaron?
- ➔ ¿Cuáles son las fuentes de los documentos? ¿Son fiables dichas fuentes?
- ➔ ¿Qué tipo de fenómeno extremo se muestra aquí?
- ➔ De acuerdo con la imagen (DOCUMENTO 1), ¿cómo afecta la sequía a la población?
- ➔ Observe el mapa (DOCUMENTO 2). Las sequías han afectado notablemente a la región del Sahel, especialmente en 2012. ¿Puede explicar por qué esta región sufre frecuentes sequías?
- ➔ Analice el DOCUMENTO 3: ¿Qué información se muestra en los ejes X e Y (horizontal y vertical)? ¿Qué unidades se emplean en el gráfico? ¿Qué tendencias se observan?
- ➔ ¿Cómo ha cambiado el patrón de precipitaciones con los años en el Sahel? Compare las precipitaciones en el Sahel con las de Yakarta o Berlín. ¿Puede explicar cómo esto se relaciona con el aumento de las sequías en el Sahel?
- ➔ ¿Cómo cree que evolucionarán este tipo de eventos en el futuro, especialmente en lo que respecta al cambio climático?
- ➔ ¿Usted o sus conocidos han experimentado alguna vez un evento de este tipo? ¿Cómo se sintió/sintieron? ¿Qué hizo/hicieron para protegerse? Comparta aquí su experiencia.
- ➔ El DOCUMENTO 4 describe el proyecto de la Gran Muralla Verde de árboles. ¿De qué cree que trata este proyecto? ¿Cómo cree que ayudará a la región?

**DOCUMENTO 1: LAS CONSECUENCIAS DE LA SEQUÍA**



“Esta sequía está matando todo lentamente”, dice Mahmoud. Primero “aniquiló” la tierra y los pastos, luego “aniquiló” a los animales, que se fueron debilitando poco a poco y acabaron muriendo. Pronto “arrastrará” también a la población. La gente está enferma de gripe, diarrea y sarampión. Si no reciben alimentos, agua potable ni medicinas, morirán como sus animales”.

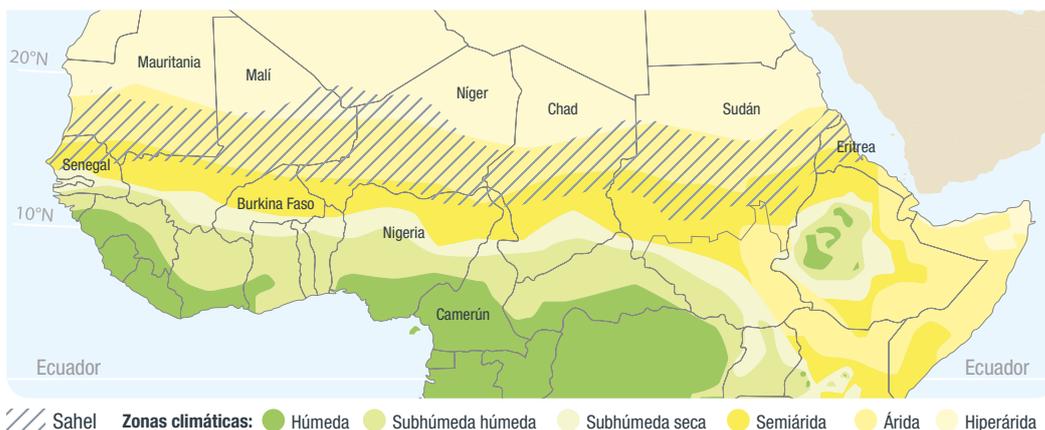
Fuente: Oxfam  
<https://www.oxfam.org/en/drought-east-africa-if-rains-do-not-come-none-us-will-survive>

**DOCUMENTO 2: EL CLIMA EN LA REGIÓN DEL SAHEL**

Este mapa muestra los diferentes climas de la región del Sahel:

- ➔ Un clima “árido”, que significa que solo llueve entre 50 y 150 mm al año. Son lluvias estacionales.
- ➔ Un clima “semiárido”, que también es estacional, con hasta 500 mm de lluvia al año.

Para hacerse una idea, en Yakarta pueden caer entre 50 y 300 mm al mes y en Berlín, 650 mm. Por todo ello, el Sahel es una región especialmente seca.

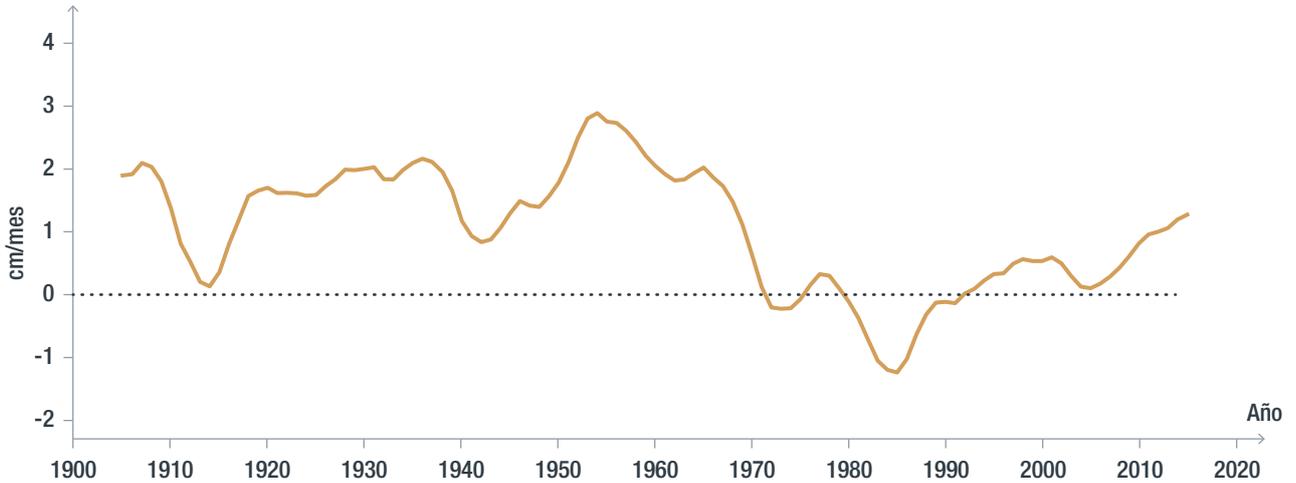


Fuente: Adaptado de Climate and climate change, Atlas on Regional Integration on West Africa, capítulo 14, SWAC/OECD, West African Studies, enero de 2008, <https://www.oecd.org/swac/publications/40121025.pdf>



### DOCUMENTO 3: ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DEL SAHEL (JUNIO-OCTUBRE)

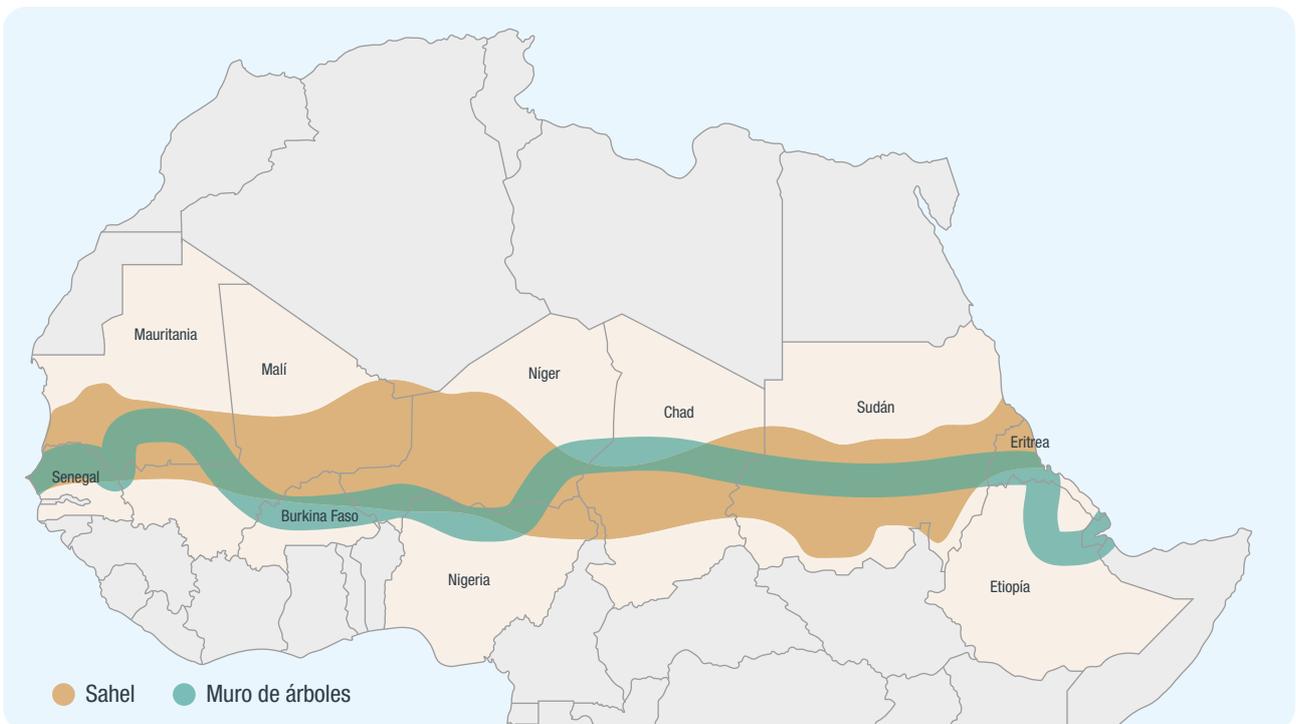
El índice pluviométrico cuantifica las precipitaciones en cm/mes (1 cm = 10 mm). Si la cantidad de lluvia es inferior a 0, eso significa que el suelo pierde más humedad de la que gana con la lluvia.



Fuente: Datos de JISAO, 2018

### DOCUMENTO 4: EL PROYECTO DE LA GRAN MURALLA VERDE

La Gran Muralla Verde es un movimiento liderado por africanos con la épica ambición de hacer crecer un muro natural de árboles de 8 000 km. Dado que los árboles proporcionan a los humanos humedad y oxígeno, además de absorber el dióxido de carbono, puede ser una solución a la amenaza del cambio climático.



Fuente: <https://www.greatgreenwall.org>

## LECCIÓN C4

# CAMBIO CLIMÁTICO, ACTIVIDADES HUMANAS Y BIODIVERSIDAD

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 25 min
- ~ Actividad: 55 min

### RANGO DE EDAD

9-12 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A través de un juego de rol o de actividades multimedia, los alumnos exploran diferentes redes alimentarias terrestres.

Asimismo, aprenden que:

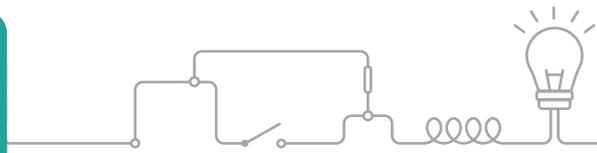
- ~ Los seres vivos interactúan entre sí y tienen relaciones de dependencia dentro de los ecosistemas.
- ~ Estos seres vivos están adaptados a climas y paisajes específicos.
- ~ El cambio climático y las actividades humanas afectan a la biodiversidad terrestre de distintas maneras: las especies pueden migrar o desaparecer y, a veces, evolucionar a lo largo de períodos de tiempo prolongados.

### PALABRAS CLAVE

Ecosistemas, cadena alimentaria, relación depredador-presa

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Juego de rol y actividades multimedia



### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

#### Opción 1:

1. Elija una o varias cadenas alimentarias con las que trabajar (según el nivel de los alumnos) e imprima las hojas de trabajo correspondientes:
  - Principiantes: suelo (C4.2), agroecosistema (C4.6).
  - Curioso: sabana (C4.3), selva tropical de Guyana (C4.5).
  - Expertos: ecosistema ribereño de Alaska (C4.1), bosque templado de Inglaterra (C4.4).
2. Recorte las especies y haga un collar para cada una de ellas (se puede pegar la imagen de la especie en una cartulina y ponerle un trozo de hilo, p. ej.). Cada alumno encarnará una especie y se colgará el collar correspondiente en el cuello para tener las manos libres y poder sujetar los hilos que los unen a las otras especies.
3. Piense de antemano en la atribución de roles para los alumnos y en la organización del espacio del aula para permitir el juego. Si es posible realizar esta actividad en el exterior, puede ser una buena idea disponer de más espacio.
4. Ate un nudo grande (o varios) en un extremo de la cuerda para representar el lado “depredador”.
5. Imprima las hojas de trabajo (1 para cada grupo).

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

El extremo anudado le permite representar la dirección del flujo de la materia (de la presa al depredador), que en un documento de papel vendría representado con una flecha.

**Opción 2:** Acceda a las [actividades multimedia](#). Pueden descargarse antes, si la conexión a Internet es muy débil o casi nula. Consulte las instrucciones en el sitio web de la OCE.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

El objetivo de esta lección es explorar las consecuencias del cambio climático en las redes o cadenas alimentarias, pero sin estudiar esas redes en detalle. Para que los alumnos se familiaricen con el concepto de cadena alimentaria, puede ser útil dar previamente algunas explicaciones sobre las distintas especies.

## PREPARACIÓN 25 MIN

### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO C4.1, C4.2, C4.3, C4.4, C4.5 y C4.6.**
- Hilo, para que los alumnos puedan colgarse al cuello las tarjetas con las especies de las distintas cadenas alimentarias presentadas en las hojas de trabajo.
- Cuerda (también se puede usar hilo) para desenrollar entre los grupos de alumnos. Cada trozo debe ser lo suficientemente largo (por lo menos 2 m), por lo que se recomienda tener varias bobinas/ovillos. Cuente varias piezas por alumno.
- Recurso multimedia: actividades interactivas sobre redes alimentarias: [Land food webs](#).



## INTRODUCCIÓN 10 MIN

Repase las consecuencias del cambio climático en la tierra y pregunte a la clase: *¿Qué consecuencias pueden tener los fenómenos relacionados con el cambio climático (fenómenos extremos, sequías, desertificación, degradación del suelo, etc.) sobre los animales y las plantas que viven en los distintos ecosistemas?* Anote las sugerencias en la pizarra.

## PROCEDIMIENTO 35 MIN

### OPCIÓN 1: JUEGO DE ROL 35 MIN

1. Explique a los alumnos que van a jugar al “juego de los ecosistemas”. Entregue a cada uno un collar con una especie perteneciente a una cadena alimentaria y varios trozos de cuerda. Hay varios ecosistemas con distintos niveles de complejidad. Las redes alimentarias pueden elegirse en función del nivel de los alumnos, sus conocimientos previos sobre los ecosistemas y la zona geográfica en la que vivan. Asigne a cada alumno una especie en función de su nivel.

#### Ejemplo 1 – Cadena alimentaria de un ecosistema ribereño de Alaska

##### HOJA DE TRABAJO C4.1

EXPERTOS 

- 1 alumno para estas especies: oso pardo, alce, lobo gris, nutria de río
- 2 alumnos para: salmón, materia orgánica, materia mineral, mosca azul, krill
- Para los demás alumnos: 1/3 representa las diatomeas, 1/3 las bayas de saúco, 1/3 el abeto Sitka

#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

El ecosistema ribereño de Alaska es especial, ya que exige tener en cuenta 2 particularidades.

Los alumnos que representen la materia orgánica solo podrán conectarse con el salmón una vez que este se haya conectado con el oso, ya que el salmón solo se convertirá en materia orgánica a partir de los restos de la comida del oso. Los alumnos que encarnen la materia mineral solo se conectarán con la materia orgánica, y posteriormente con el abeto de Sitka, una vez que la materia orgánica se haya conectado con la mosca azul, ya que son estas moscas las responsables de descomponer la materia orgánica en materia mineral.

#### Ejemplo 2 – Cadena alimentaria del suelo

##### HOJA DE TRABAJO C4.2

PRINCIPIANTES 

- 1 alumno para estas especies: araña lobo, topo, hormiga
- 2 alumnos para: lombrices de tierra, bacterias, hongos, nemátodos

- Para los demás alumnos: 1/2 representa el helecho, 1/2 representa la materia orgánica

#### Ejemplo 3 – Cadena alimentaria de la sabana

##### HOJA DE TRABAJO C4.3

CURIOSOS 

- 1 alumno para estas especies: león, leopardo, hiena moteada
- 2 alumnos para: jirafa, gacela de Thomson, búfalo africano, cebrá
- Para los demás alumnos: 1/2 representa la acacia, 1/2 representa el pasto llanero

#### Ejemplo 4 – Cadena alimentaria del bosque templado de Inglaterra

##### HOJA DE TRABAJO C4.4

EXPERTOS 

- 1 alumno para estas especies: gavilán, jabalí
- 2 alumnos para: herrerillo, pájaro carpintero moteado, escarabajo de Capricornio, araña, oruga procesionaria del roble
- Para los demás alumnos: 1/3 representa hojas de roble, 1/3 bellotas, 1/3 madera muerta

#### Ejemplo 5 – Cadena alimentaria de la selva tropical de Guyana

##### HOJA DE TRABAJO C4.5

CURIOSOS 

- 1 alumno para estas especies: jaguar, águila arpía, boa constrictor
- 2 alumnos para: mono aullador, tamarino, mono capuchino, mono araña, tapir y agutí
- Para los demás alumnos: 1/2 representa el árbol de la balatá, 1/2 la carapa

#### Ejemplo 6 – Cadena alimentaria de un agroecosistema

##### HOJA DE TRABAJO C4.6

PRINCIPIANTES 

- 1 alumno para estas especies: humano, halcón abejero europeo
- 2 alumnos para el abejorro
- Para los demás alumnos: 1/3 representa el trigo cultivado, 1/3 el manzano, 1/3 el trébol

2. Asegúrese de que los alumnos entienden que las diatomeas, las bayas de saúco, los árboles, la hierba y las plantas son los organismos más abundantes y el primer eslabón de la cadena alimentaria, porque solo pueden crecer con ayuda de minerales, agua, dióxido de carbono y luz. Los grandes depredadores son siempre menos numerosos, pero necesitan muchos individuos de la especie de la que se alimentan para tener suficiente comida.

3. Dé tiempo a los alumnos para que lean el texto de la especie a la que representan.

4. A continuación, deben determinar de qué especies dependen para sobrevivir (“quién se come a quién”). Empiece por la base de la cadena alimentaria (diatomeas, bayas de saúco, árboles, plantas)

y suba hasta llegar a los depredadores. Asegúrese de que los depredadores sostienen el extremo anudado del hilo (sostendrán un hilo por cada especie de la que dependen), mientras sus presas sostienen el otro extremo. Pida a los alumnos que, por turnos, expliquen las conexiones que han establecido.

5. Una vez completada la cadena alimentaria (es decir, todas las especies están conectadas y todo el mundo está de acuerdo con las conexiones), se pueden sugerir diferentes configuraciones para los ecosistemas. Puede retomar las sugerencias hechas por los alumnos al principio de la sesión y añadirlas para la cadena alimentaria correspondiente. Si una especie desaparece debido a un desequilibrio en su ecosistema, el alumno afectado se sienta en el suelo y los alumnos “depredadores” que estaban relacionados con él se sientan también como respuesta, si esa era su única fuente de alimento. Esto permite visualizar el impacto de la desaparición de una especie en toda la cadena.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Este juego es una versión muy simplificada de lo que ocurriría en la realidad: la desaparición de una especie no necesariamente desestabilizaría por completo el ecosistema. Sin embargo, representarlo de esta manera con los alumnos les permite visualizar lo que podría ocurrir.

**Presentamos a continuación algunos ejemplos del impacto del cambio climático y de las actividades humanas en las cadenas alimentarias:**

**Ejemplo 1: Cadena alimentaria del ecosistema ribereño de Alaska**

- Debido al aumento de las temperaturas, las estaciones están cambiando. En Alaska, esto ha provocado cambios en el desarrollo del saúco rojo: sus frutos aparecen antes (a mediados de julio en vez de a mediados de agosto), al mismo tiempo que el salmón desova en los ríos. En el pasado, a mediados de julio solo había salmones.
- Los osos pardos prefieren comer bayas en lugar de salmón (probablemente porque son más fáciles de recolectar). De ese modo, hay menos cadáveres de salmón en el suelo y, por tanto, menos residuos orgánicos para enriquecerlo.
- La reducción de materia orgánica provoca una disminución de la materia mineral.
- Debido a esta pérdida de nutrientes en el suelo, los abetos crecen más lentamente y producen agujas más pequeñas, que son menos apreciadas por los alces.

**Ejemplo 2: Cadena alimentaria del suelo**

- Debido al aumento de las temperaturas y a la mayor frecuencia de las sequías en zonas ya de por sí secas, el suelo podría secarse y calentarse aún más.
- Este suelo dificulta el desarrollo de las especies, lo que conlleva una reducción de la materia orgánica.
- Como la materia orgánica está en la base de la cadena, el cambio climático afecta a toda la cadena.

**Ejemplo 3: Cadena alimentaria de la sabana**

- El aumento de las temperaturas, las sequías más frecuentes y el incremento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera propician un mejor crecimiento de ciertos árboles como la acacia.
- En cambio, la hierba se marchita y desaparece poco a poco al ser más sensible a las fluctuaciones de las lluvias.
- Así pues, es probable que el riesgo sea mayor para los animales que pastan que para los que encuentran alimento en los árboles.

**Ejemplo 4: Cadena alimentaria de los bosques templados de Inglaterra**

- El cambio climático está provocando un aumento de la temperatura en estas zonas de Inglaterra.
- Debido a un clima más cálido al final del invierno, las hojas de los robles salen antes.
- Las orugas son capaces de adaptarse a este cambio, pero los herrerillos, no. La consecuencia es que no encuentran alimento para sus polluelos y sus poblaciones están disminuyendo lentamente.

**Ejemplo 5: Cadena alimentaria de la selva tropical de Guyana**

- En la selva tropical de Guyana, las actividades humanas tienen diversas consecuencias: la industria maderera y la tala provocan la desaparición de ciertas especies de árboles.
- Los monos araña y los jaguares son cazados por su carne o su piel.

**Ejemplo 6: Cadena alimentaria de un agroecosistema**

- Para producir más alimentos para el ser humano, se favorecen los monocultivos en detrimento de la biodiversidad: se cultivan más campos de trigo.
- El trébol desaparece en beneficio del trigo y los abejorros tienen menos recursos florales para sobrevivir. Con la desaparición del abejorro y de su miel, también desaparece el halcón abejero europeo.
- Como los abejorros también polinizan los manzanos, éstos se reproducen menos.
- Los humanos cosechan entonces más trigo, pero menos manzanas.



Alumnos conectándose en la cadena alimentaria de un bosque templado

6. El juego se puede repetir con otras cadenas alimentarias. Lo importante es que los alumnos entiendan que los seres vivos están interconectados y que es importante mantener el equilibrio dentro de los ecosistemas.

7. Tras simular los distintos ecosistemas y los efectos del cambio climático, coloque todas las cartas del juego en el tablero. Pida a los alumnos que dibujen flechas para representar los vínculos entre las especies que han interpretado durante el juego, empezando por las que están en la base de la cadena alimentaria. Explique que las flechas significan “es comido por” y que el extremo puntiagudo siempre apunta hacia un depredador.

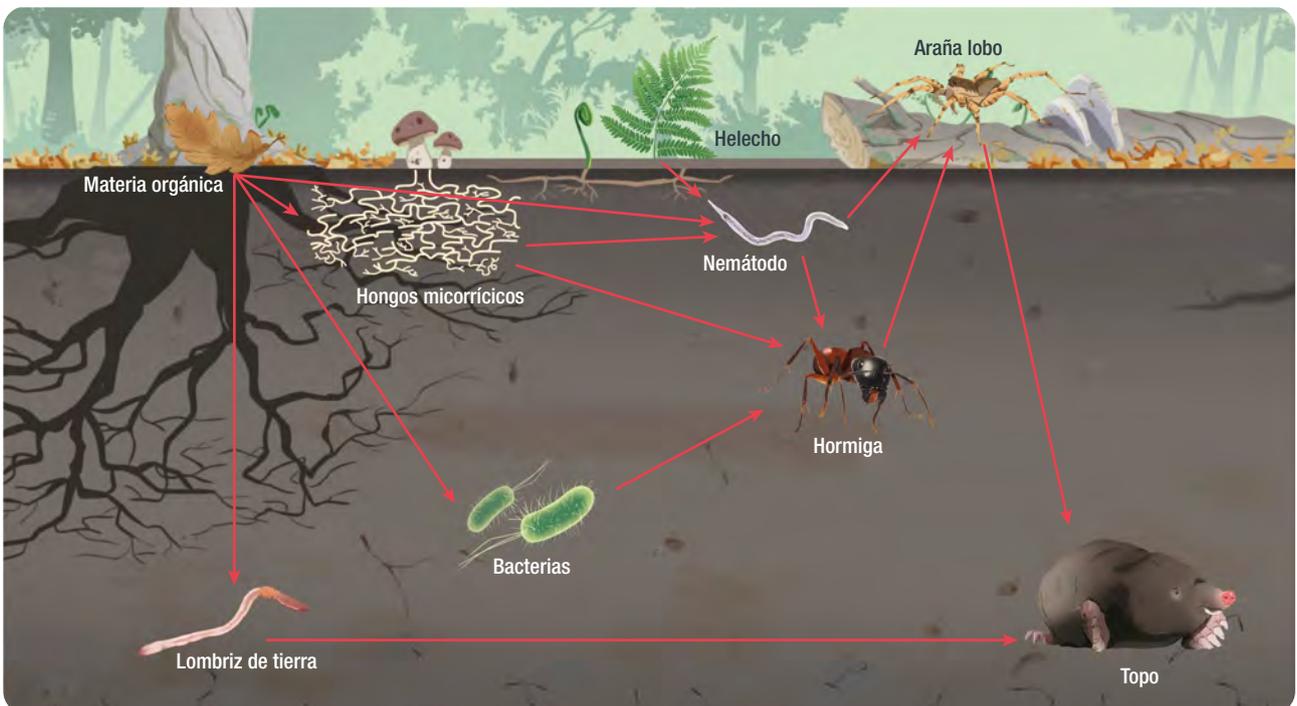
**SOLUCIÓN PARA LA HOJA DE TRABAJO C4.1**

Ejemplo 1 – Cadena alimentaria del ecosistema ribereño de Alaska



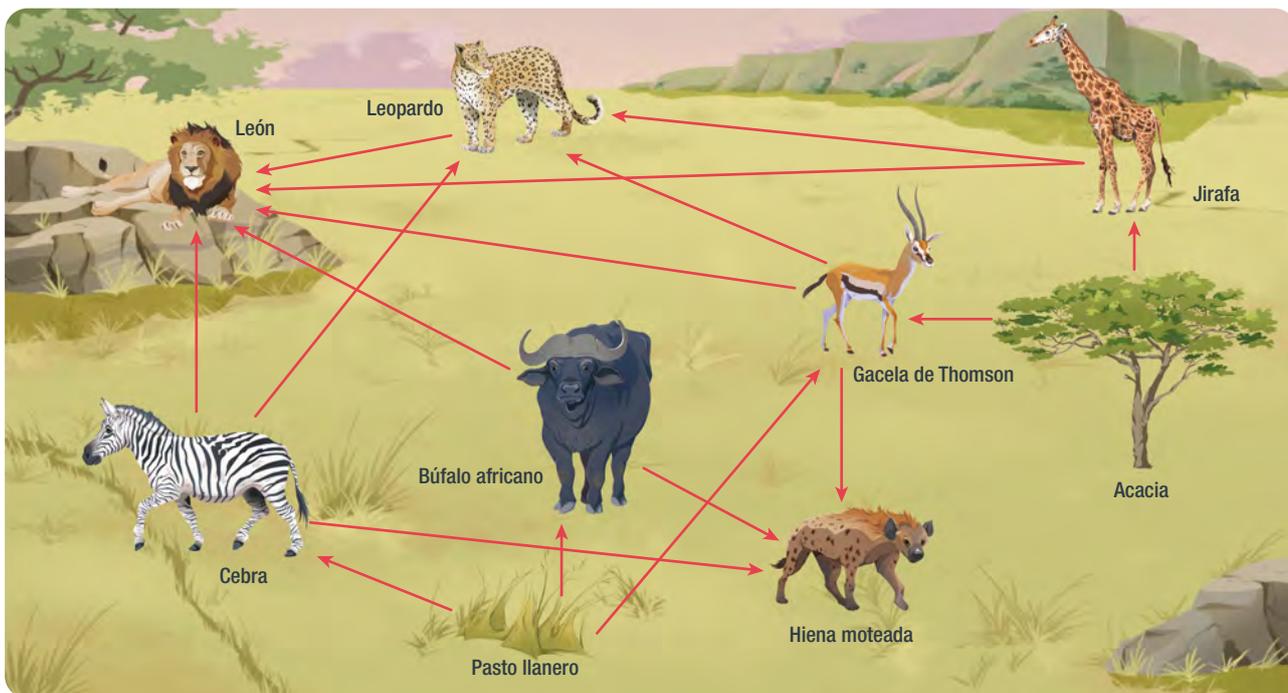
**SOLUCIÓN PARA LA HOJA DE TRABAJO C4.2**

Ejemplo 2 – Cadena alimentaria del suelo



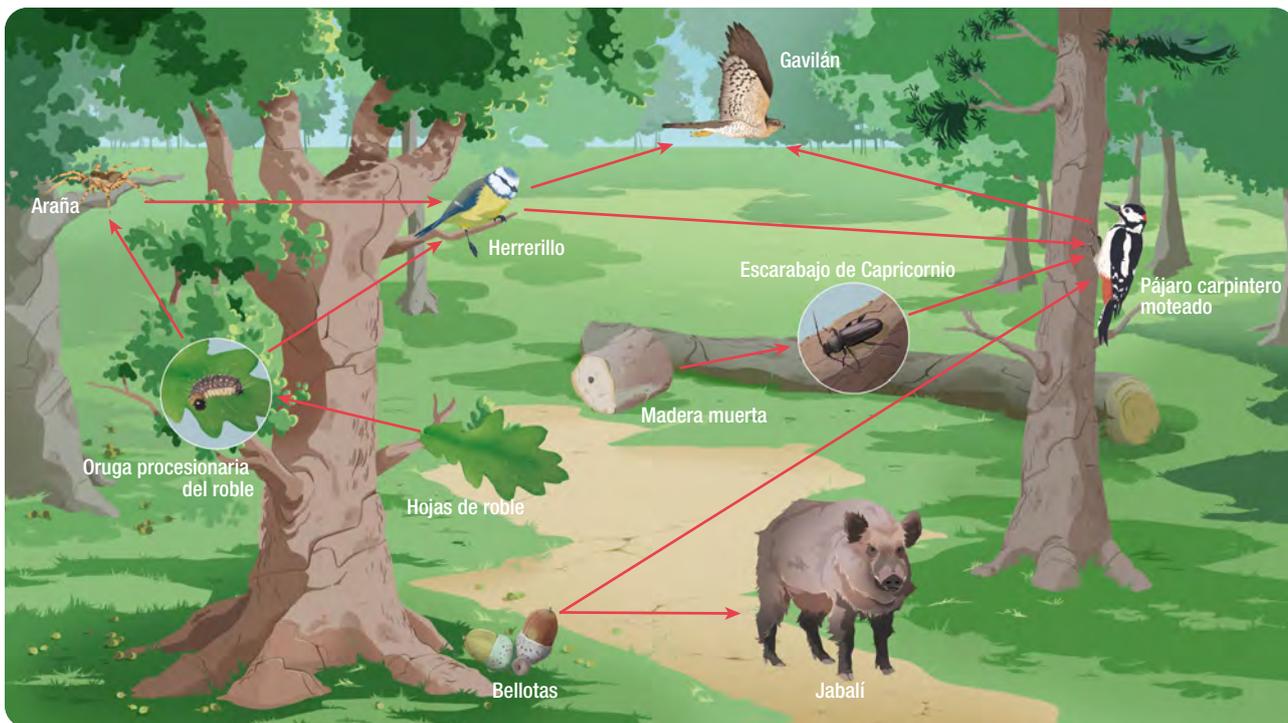
SOLUCIÓN PARA LA HOJA DE TRABAJO C4.3

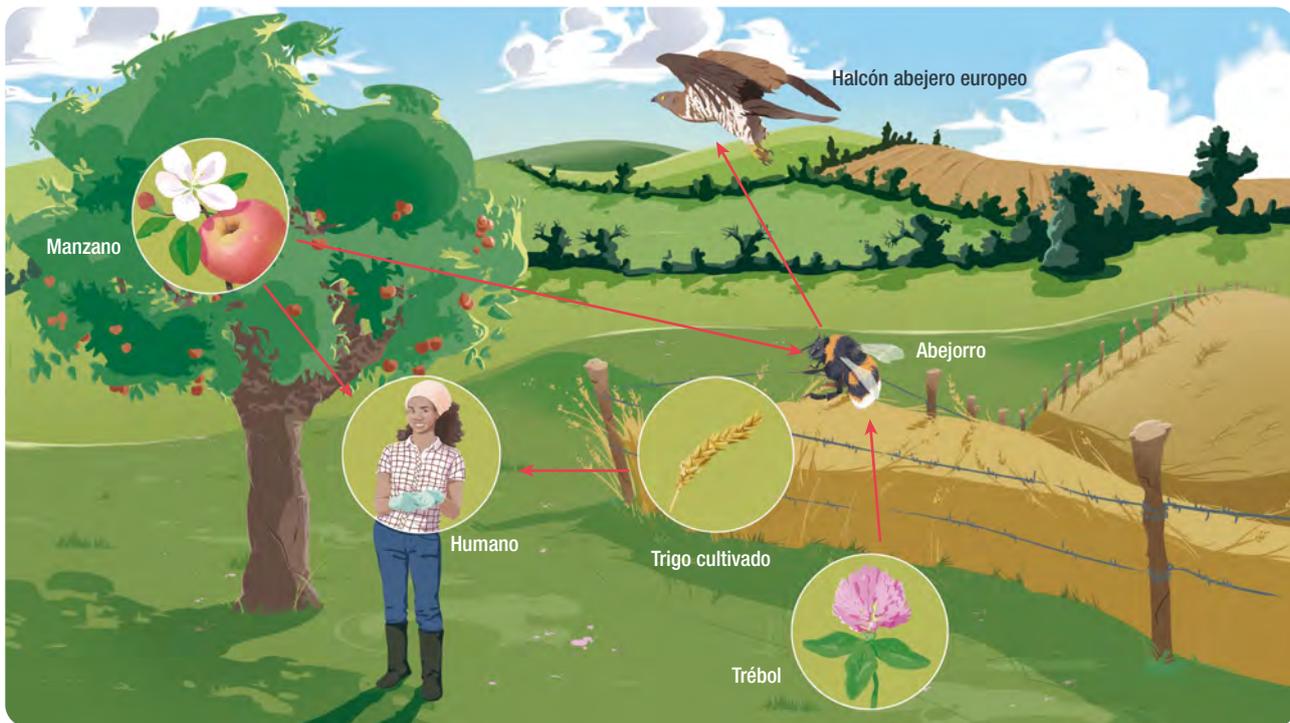
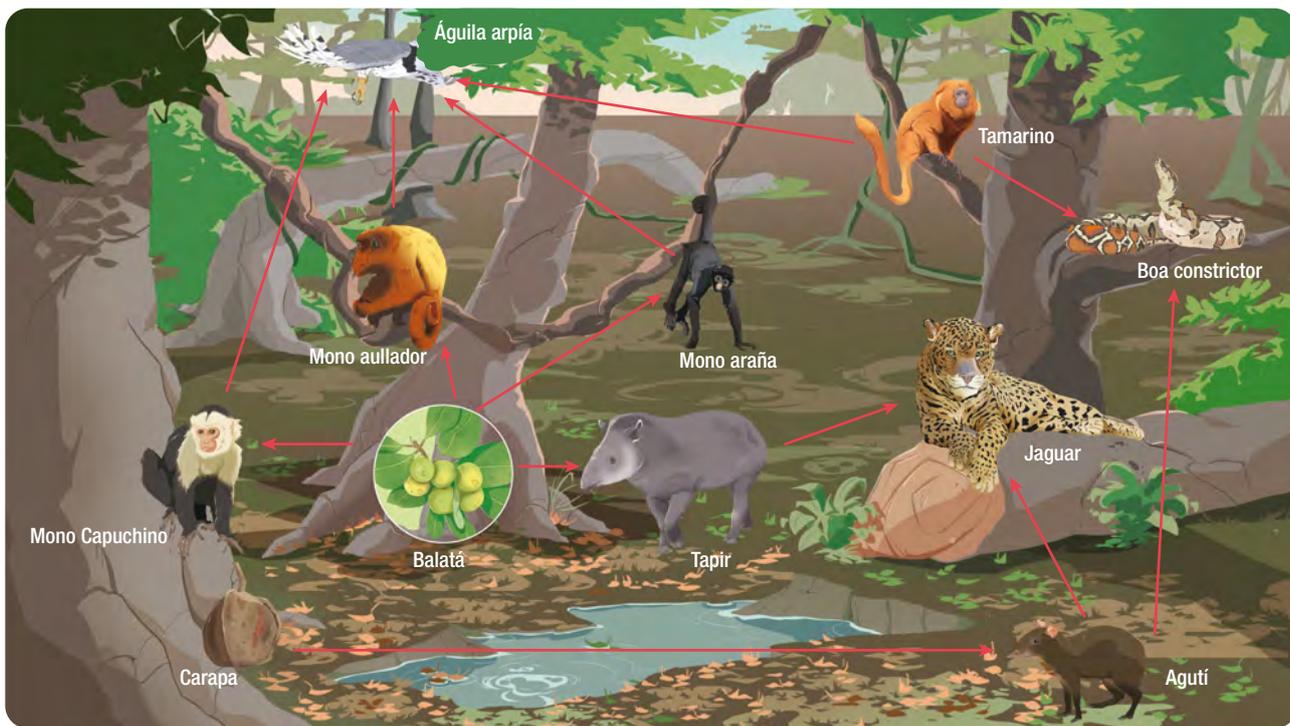
Ejemplo 3 – Cadena alimentaria de la sabana



SOLUCIÓN PARA LA HOJA DE TRABAJO C4.4

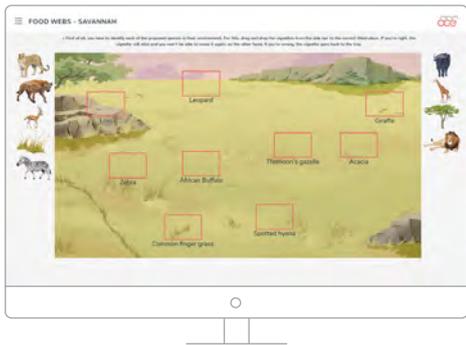
Ejemplo 4 – Cadena alimentaria del bosque templado de Inglaterra





**OPCIÓN 2: ACTIVIDADES MULTIMEDIA 35 MIN**

En lugar de hacer el juego de rol, se puede utilizar este recurso: [Land food webs](#).



## CONCLUSIÓN 10 MIN

Debata con la clase sobre la interdependencia alimentaria de todos los organismos en un ecosistema, el frágil equilibrio de los ecosistemas y su necesaria preservación, así como sobre las consecuencias para la especie humana si ese equilibrio se ve amenazado.

## AMPLIACIÓN OPCIONAL – MURAL DE LA CADENA ALIMENTARIA DE LOS ECOSISTEMAS

Cada alumno dibuja en una hoja A4 en formato apaisado una especie de la cadena alimentaria elegida junto a sus depredadores y sus presas. Los alumnos deberán respetar las relaciones depredador-presa. A partir de estos dibujos se puede crear un gran mural que represente un ecosistema y las especies que viven en él.

### INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

#### ECOSISTEMAS

Todos los seres vivos de un entorno determinado forman un conjunto funcional en el que interactúan los distintos elementos vivos (**biocenosis** o comunidad de organismos vivos) y no vivos (**factores abióticos**), como el clima, el tipo de suelo y las propiedades químicas del entorno (**biotopo**). El término “**ecosistema**” se refiere a ese conjunto. Existen multitud de ecosistemas terrestres, dado que hay una gran variedad de paisajes dependiendo del clima y como resultado de una serie de factores abióticos y de la presencia de seres vivos particulares.

Los ecosistemas van evolucionando hasta alcanzar un estado de equilibrio, conocido como “**clímax**”, pero dicho equilibrio puede romperse fácilmente si el funcionamiento del ecosistema se ve alterado, por ejemplo, por las actividades humanas o el cambio climático.

#### REDES ALIMENTARIAS

Cada ecosistema está estructurado por relaciones tróficas en las que cada organismo es **presa** o **depredador** de los demás. Estas relaciones pueden verse como cadenas que simbolizan “quién se come a quién”. Sin embargo, la realidad es más compleja, ya que las **cadena**s alimentarias son en realidad **redes alimentarias**, lo que significa que un organismo puede alimentarse de varias especies y una especie puede ser presa de varios organismos.

En la base de una cadena alimentaria se encuentran siempre los organismos **fotosintéticos** (también llamados **autótrofos**), que pueden producir su propio alimento a partir de la luz, el agua, el dióxido de carbono y otros elementos químicos (se les llama por ello “**productores primarios**”). Los **consumidores primarios, secundarios o terciarios** se alimentan de estos autótrofos. Cuando se dibuja una cadena alimentaria, las flechas significan convencionalmente “es comido por”.

Dado que todas las especies de un ecosistema están interconectadas, la más mínima alteración de la población de una especie o la desaparición de una sola puede afectar a todas las demás que dependen de ella.



CADENA ALIMENTARIA DE ECOSISTEMA RIBEREÑO DE ALASKA



**DIATOMEAS**

Son organismos diminutos que flotan en la superficie iluminada del agua o viven en el fondo. Como las plantas, utilizan la luz, el agua, el CO<sub>2</sub> y los minerales para hacer la fotosíntesis y producir azúcares para alimentarse. Son productores primarios y están en la base de la cadena alimentaria.



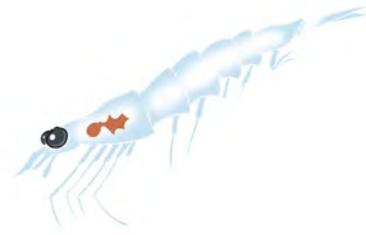
**BAYAS DEL SAÚCO**

El fruto del árbol del saúco son bayas muy jugosas que en el pasado solían madurar a finales de agosto. Son productores primarios y están en la base de la cadena alimentaria. Son especialmente apreciadas por los osos pardos.



**ABETO SITKA**

Es una especie de la costa oeste de Norteamérica. Utiliza la luz, el agua, el CO<sub>2</sub> y los minerales para hacer la fotosíntesis y crecer. La descomposición de los cadáveres de salmón cercanos enriquece el suelo y permite al abeto desarrollar hojas más sabrosas para los alces.



**KRIL**

El kril forma parte del zooplancton. Pueden llegar a medir varios centímetros y pesar hasta 2 gramos. Se alimentan filtrando las diatomeas del agua. El salmón rojo se alimenta de kril.



**MOSCA AZUL**

Es una mosca de gran tamaño (casi 1,5 cm) que se alimenta de materia orgánica, como la de los cadáveres de salmón o los cuerpos muertos. Pone huevos en estos cadáveres y el desarrollo de las larvas acelera la descomposición.



**SALMÓN SOCKEYE O SALMÓN ROJO**

El salmón rojo vive en los lagos (especie lacustre). Se alimenta de kril, que filtra a través de sus branquias. Son presa de los osos. La descomposición de sus cadáveres enriquece el suelo cercano con nutrientes.



CADENA ALIMENTARIA DEL ECOSISTEMA RIBEREÑO DE ALASKA



**NUTRIA DE RÍO**

La nutria de río pesa entre 8 y 11 kg. Puede permanecer bajo el agua durante casi 4 minutos y nadar a velocidades cercanas a los 11 km/h. Pueden incluso cooperar entre ellas cuando pescan. Se alimentan principalmente de salmones.



**OSO PARDO**

Los osos pardos pueden pesar hasta 350 kg y vivir 25 años. Son omnívoros y muy buenos cazadores: ¡capturan salmones directamente del río! Aunque comen salmón, prefieren las bayas de saúco, si hay.



**ALCE**

Son los miembros más grandes de la familia de los cérvidos (alcanzan los 2,3 m de altura). Como herbívoros, tienen un excelente sentido del olfato, lo que les permite encontrar las mejores agujas de abeto para comer.



**LOBO GRIS**

Viven en grupos llamados manadas (formadas por 7 u 8 lobos). Trabajan juntos para cazar, alimentar a sus crías y proteger su territorio. Son carnívoros y se alimentan principalmente de grandes herbívoros, como los alces.



**MATERIA ORGÁNICA – CADÁVERES DE SALMÓN**

Cuando los osos cazan y comen salmones dejan los cadáveres a orillas del río. Las moscas azules se alimentan de ellos y ponen ahí sus huevos.



**MATERIA MINERAL – NUTRIENTES DEL SUELO**

La materia mineral se origina cuando las moscas azules se alimentan de la materia orgánica que encuentran en los cadáveres de salmón. Al acelerar la descomposición, enriquecen el suelo y eso permite el crecimiento del abeto Sitka.



CADENA ALIMENTARIA DEL SUELO



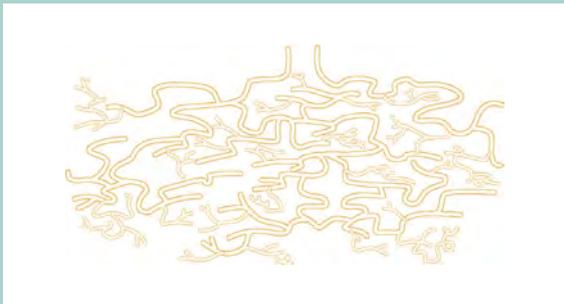
**MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica en los bosques templados se encuentra principalmente bajo los árboles y las plantas, en una capa llamada hojarasca. El término “materia orgánica” designa todo lo que proviene de animales o plantas muertas, sobre todo hojas muertas.



**HELECHO**

Son plantas sin flores que se reproducen por esporas y no por semillas. Muchas especies de helechos crecen en los troncos o las ramas de los árboles. Tienen una estrecha relación con los hongos micorrízicos. Sus raíces son consumidas por algunos nemátodos.



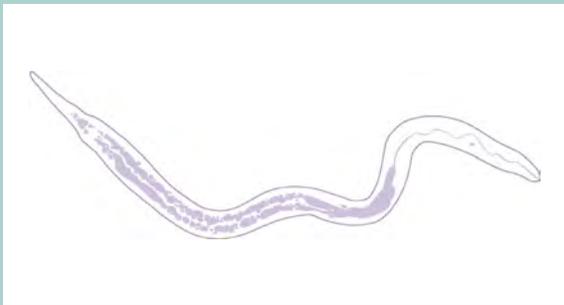
**HONGOS MICORRÍZICOS**

Algunos hongos del bosque pueden desarrollar una gran red de “raíces” llamadas micorrizas. Esta red profunda en el suelo puede unirse a las raíces de los árboles o los helechos para intercambiar nutrientes. Algunos nemátodos se las comen.



**BACTERIAS**

Son seres microscópicos (invisibles para el ojo) que constan de una sola célula. Desempeñan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y son alimento para los nemátodos o las hormigas.



**NEMÁTODOS**

También llamados “gusanos redondos” por la forma de su cuerpo. Se cree que hay más nemátodos en el mundo que cualquier otra criatura multicelular. Se alimentan de raíces de plantas, bacterias y hongos y son comidos por arañas o insectos como las hormigas.



**HORMIGAS**

Las hormigas son insectos sociales que viven en colonias formadas por 3 tipos de individuos: la reina, las obreras y los machos. La reina es la única que puede poner huevos. Las obreras se encargan de proporcionar alimento a la colonia: hongos, nemátodos o bacterias.



CADENA ALIMENTARIA DEL SUELO



**ARAÑA LOBO**

Deben su nombre a su forma de cazar, parecida a la de los lobos: suelen esperar a que la presa se acerque para lanzarse a matarla. Viven en la superficie del suelo y capturan insectos como hormigas y nemátodos.



**TOPO**

Los topos son mamíferos pequeños y oscuros. Su escasa visión la compensan con su agudo sentido del olfato y del tacto. Tienen poderosas garras que les permiten excavar en el suelo en busca de su presa favorita: las lombrices de tierra.



**LOMBRIZ DE TIERRA**

Las lombrices de tierra viven en suelos húmedos y aireados, o en la hojarasca. Desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas forestales, ya que airean y enriquecen el suelo con sus excrementos ricos en minerales. Su dieta típica es la materia orgánica en descomposición.



CADENA ALIMENTARIA DE LA SABANA



**ACACIA**

Son árboles de gran tamaño que necesitan luz, agua, CO<sub>2</sub> y minerales para hacer la fotosíntesis y crecer. Han desarrollado diversas técnicas para defenderse de los depredadores herbívoros (jirafas y gacelas): grandes agujas, liberación de sustancias químicas, reclutamiento de hormigas...



**PASTO LLANERO**

El pasto llanero es la especie de hierba más abundante en la sabana africana. Utiliza luz, agua, CO<sub>2</sub> y minerales para hacer la fotosíntesis y crecer. Es un productor primario y está en la base de la cadena alimentaria. Lo consumen los herbívoros que pastan (cebras, búfalos...)



**GACELA DE THOMSON**

Es la gacela más común en África oriental. Este pequeño antílope puede correr a gran velocidad (entre 80 y 96 km/h) para escapar de sus depredadores, principalmente leones y leopardos. Se alimenta de acacia y hierba.



**JIRAFÁ**

Las jirafas son los animales terrestres más altos: ¡un macho adulto puede alcanzar los 5,5 m de altura! Utilizan sus largos cuellos para alimentarse de las hojas de las acacias. Son presa de los leopardos.



**BÚFALO AFRICANO**

El búfalo africano es una especie muy robusta (puede pesar hasta 1 000 kg). Son pocos los depredadores que pueden comérselos (leones y hienas), ya que son capaces de defenderse bien. Es el herbívoro más común en África.



**CEBRA**

Las cebras se parecen a los caballos, pero sus rayas blancas y negras las hacen únicas ¡y cada individuo tiene su propio patrón! Son herbívoras y se alimentan de hierba. A pesar de su feroz capacidad de lucha, tienen muchos depredadores (hienas, leones y leopardos).



CADENA ALIMENTARIA DE LA SABANA



**LEOPARDO**

Son felinos que pueden correr hasta 58 km/h y saltar hasta 6 m en el aire. Son depredadores solitarios que se suben a los árboles para comerse a sus presas (jirafas, cebras o gacelas) y protegerse de otros depredadores como hienas o leones.



**LEÓN**

Los leones son los únicos felinos que viven y duermen en grupos muy unidos. Solo las hembras participan en la caza, persiguiendo a presas como jirafas, gacelas, cebras o búfalos.



**HIENA MOTEADA**

La hiena moteada es conocida también como hiena risueña por su característico grito. Vive en madrigueras y en grupos de 5 a 90 miembros. Son carroñeras y se alimentan de cadáveres de búfalos y cebras.



CADENA ALIMENTARIA DEL BOSQUE TEMPLADO DE INGLATERRA



**HOJA DE ROBLE**

Un roble maduro mide unos 30 m de altura y produce hojas que caen en otoño. Utiliza la luz, el agua, el CO<sub>2</sub> y los minerales para hacer la fotosíntesis y crecer, gracias a sus hojas. Por ello, está en la base de la cadena alimentaria.



**BELLOTA**

Los robles empiezan a producir bellotas cuando tienen unos 20 años. Un árbol maduro puede producir 90 000 bellotas al año. Son frutos secos que contienen una sola semilla. Son parte importante de la dieta del pájaro carpintero moteado y del jabalí.



**ORUGA PROCESIONARIA DEL ROBLE**

La oruga procesionaria del roble es un parásito que se desarrolla casi exclusivamente en los robles. Nacen en primavera y se alimentan de las hojas jóvenes, despojando poco a poco al árbol. Son parte de la dieta del herrerillo.



**ESCARABAJO DE CAPRICORNIO**

Los escarabajos de Capricornio son insectos que pertenecen a la familia de los escarabajos de cuernos largos. Se alimentan principalmente de madera muerta y sus larvas se desarrollan bajo la corteza. Se las comen los pájaros carpinteros.



**ARAÑA**

Las arañas no son insectos, ya que tienen 4 pares de patas. Son muy buenas cazadoras y pueden tejer telas de araña para capturar a sus presas. En los bosques templados se alimentan de orugas procesionarias del roble.



**HERRERILLO**

Los herrerillos son pájaros cantores muy comunes en los climas templados de Europa y Asia. Son muy útiles para destruir plagas: cuando los huevos de oruga eclosionan en primavera, los herrerillos utilizan las larvas para alimentar a sus polluelos.



CADENA ALIMENTARIA DEL BOSQUE TEMPLADO DE INGLATERRA



**PÁJARO CARPINTERO MOTEADO**

El pájaro carpintero moteado tiene un plumaje blanco y negro con una mancha roja en el bajo vientre. Tras picotear un tronco para perforarlo, utiliza su larga lengua para cazar insectos o polluelos de otras especies (como los herrerillos). También comen bellotas.



**GAVILÁN**

Los gavilanes son pequeñas aves de presa. Se alimentan principalmente de pequeños pájaros que viven en zonas boscosas, pero también en los jardines de las ciudades. Cazan herrerillos y pájaros carpinteros moteados.



**JABALÍ**

El jabalí es un animal nocturno, especialmente activo al anochecer. Es omnívoro y pueden comer tanto animales como plantas, pero le gustan especialmente las bellotas.



**MADERA MUERTA**

La madera muerta es lo que queda del tronco de un árbol al morir. Desempeña un importante papel en el bosque, ya que es el hogar y el alimento de muchos insectos, como el escarabajo de Capricornio.



CADENA ALIMENTARIA DE LA SELVA TROPICAL DE GUYANA



**BALATÁ**

La balatá produce un látex espeso que puede transformarse en caucho. Necesita luz, agua, CO<sub>2</sub> y minerales para hacer la fotosíntesis y crecer. Sus frutos son consumidos por muchas especies, como los tapires, los monos capuchinos, los monos araña y los monos aulladores.



**CARAPA**

El árbol de la carapa se encuentra sobre todo en Sudamérica y Guyana, donde el aceite de sus frutos se utiliza en medicina tradicional o para repeler insectos. Necesita luz, agua, CO<sub>2</sub> y minerales para hacer la fotosíntesis y crecer. Los agutíes adoran sus frutos.



**AGUTÍ**

El agutí es un roedor de las selvas tropicales de América Central y del Sur, parecido a una cobaya gigante. Sus dientes son muy afilados. Los frutos de la carapa son una parte importante de su dieta.



**TAPIR**

Los tapires son animales nocturnos a los que les encanta pasar tiempo en el agua. ¡Incluso pueden utilizar su trompa como snorkel! Son herbívoros y se alimentan principalmente de las hojas y los frutos de la balatá.



**MONO AULLADOR**

Son uno de los monos más grandes América y, sin duda, los más ruidosos. Utilizan sus llamadas para dividir el espacio entre grupos y proteger su territorio. Se mueven lentamente y se alimentan de las hojas y los frutos de la balatá. Pueden ser presa del águila arpía.



**TAMARINO**

Los tamarinos son pequeños monos a los que les gusta especialmente trepar a los árboles: ¡pueden incluso saltar desde un árbol de 18 m de altura y aterrizar sin lesionarse! Se alimentan de plantas e insectos y su principal depredador es el águila arpía.



CADENA ALIMENTARIA DE LA SELVA TROPICAL DE GUYANA



**MONO CAPUCHINO**

Los monos capuchinos son activos de día: viven y se desplazan por los árboles. Utilizan herramientas y por ello están considerados como los monos más inteligentes América. Son omnívoros. El fruto de la balatá es parte de su dieta. Pueden ser presa del águila arpía.



**MONO ARAÑA**

Los monos araña utilizan sus largos brazos con manos en forma de gancho y su cola prensil para aferrarse y trepar a los árboles. El fruto de la balatá está entre sus comidas favoritas. Las águilas arpías pueden cazar a estos monos.



**BOA CONSTRICTOR**

Las boas constrictor son cazadoras sigilosas, pero sobre todo serpientes poderosas que emboscan a sus presas para tragárselas enteras. Les gusta devorar especialmente agutíes y tamarinos.



**ÁGUILA ARPÍA**

El águila arpía es una de las aves más pesadas: ¡sus patas pueden ser tan anchas como la muñeca de un niño! Utiliza sus poderosas garras para capturar a sus presas (monos capuchinos, monos araña, tamarinos y monos aulladores).



**JAGUAR**

Los jaguares son el tercer felino más grande del mundo. Son bastante buenos nadadores, pero también pueden trepar a los árboles. En la selva guyanesa, cazan agutíes y tapires.



## CADENA ALIMENTARIA DEL AGROECOSISTEMA



**TRIGO CULTIVADO**

El trigo es una especie cultivada que pertenece al grupo de las gramíneas. Al igual que otras plantas, utiliza agua, luz, CO<sub>2</sub> y minerales para realizar la fotosíntesis y crecer. Es la base de la dieta humana en muchos países.



**MANZANO**

Los manzanos se cultivan para proporcionar alimento a los humanos. Para producir frutos, las flores del manzano deben ser polinizadas por los abejorros, que, a su vez, utilizan su néctar para alimentarse.



**TRÉBOL**

El trébol pertenece a la misma familia que el guisante. Esta pequeña planta herbácea tiene hojas cortadas en tres secciones. Sus flores alimentan a los abejorros, quienes, a su vez, las polinizan.



**ABEJORRO**

Son insectos sociales que viven en colonias. La abeja reina, los zánganos y las obreras tienen cada uno un rol específico. Las obreras se encargan de recoger el polen de las flores del trébol o los manzanos, por ejemplo, que luego transforman en néctar para alimentarse.



**HALCÓN ABEJERO EUROPEO**

El halcón abejero es un ave de presa que migra a largas distancias. Es un depredador especializado que se alimenta principalmente de las larvas y los nidos de los abejorros.



**HUMANO**

Los humanos pertenecen al grupo de los animales. Necesitan alimentarse de otros seres vivos, tanto vegetales como animales. Han domesticado muchas especies y pueden alimentarse, entre otras cosas, de trigo y manzanas cultivadas.

## SECUENCIA D

# ¿CÓMO PODEMOS ACTUAR?

Una vez comprendidas las consecuencias del cambio climático en la tierra e identificados los problemas que están en juego, solo queda un aspecto que abordar antes de pasar a la acción: **aceptar la responsabilidad de lo que está ocurriendo**. Este es el objetivo de nuestra última secuencia: los alumnos explorarán su parte de responsabilidad en el cambio climático, así como la de su familia y su país. Seguidamente, **dedicarán un tiempo a expresar sus sentimientos sobre el tema** y posteriormente, analizarán las desigualdades sociales vinculadas al cambio climático y abordarán la idea

de **justicia climática**. Por último, verán que muchas personas en diferentes partes del mundo ya están tomando medidas para mitigar el cambio climático y adaptarse a él. En este punto, **decidirán qué pueden hacer ellos mismos para mejorar la situación**.

Esta secuencia está profundamente ligada a las ciencias sociales y pretende empujar a los alumnos a pensar más allá de los aspectos exclusivamente medioambientales y de autoprotección frente al cambio climático.

### LESSON LIST

Lección básica     Lección opcional

<input checked="" type="radio"/>	<b>D1</b>	9-15 años	<b>Nuestra huella de carbono</b> Ciencias sociales, ciencias naturales, informática Los alumnos utilizan una calculadora de la huella de carbono para evaluar su propia huella y debatir sobre lo que pueden hacer para reducirla.	pág. 202
<input checked="" type="radio"/>	<b>D2</b>	9-15 años	<b>Cómo nos sentimos ante el cambio climático: trabajar con las emociones</b> Ciencias sociales, filosofía, artes visuales, expresión escrita Esta lección ofrece a los alumnos la oportunidad de explorar sus emociones intrínsecamente ligadas a todo el tema del cambio climático, así como la idea de un mundo totalmente diferente en el futuro.	pág. 205
<input type="radio"/>	<b>D3</b>	9-12 años	<b>Justicia climática: juego de rol</b> Ciencias sociales, geografía A través de varios juegos de rol, los alumnos descubren las desigualdades de riqueza que existen entre los países y su relación con la responsabilidad y la vulnerabilidad al cambio climático.	pág. 213
<input type="radio"/>	<b>D4</b>	9-12 años	<b>Medidas de adaptación y mitigación en todo el mundo</b> Ciencias sociales, geografía A través de un análisis de documentos, los alumnos se dan cuenta de que hoy en día existen muchas soluciones frente al cambio climático, tanto de adaptación como de mitigación, y que muchas personas ya han pasado a la acción.	pág. 222

# LECCIÓN D1

## NUESTRA HUELLA DE CARBONO

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias sociales, ciencias naturales, informática

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 5 min
- ~ Actividad: 1 h

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos utilizan una calculadora de la huella de carbono para evaluar su huella y debaten sobre lo que pueden hacer para reducirla. Asimismo, aprenden que:

- ~ Cada uno de nosotros tiene una huella de carbono, pero que podemos ayudar a mitigar los efectos del cambio climático si reducimos nuestras emisiones individuales de gases de efecto invernadero.
- ~ Cada país y cada persona tiene una huella de carbono diferente.
- ~ La huella de carbono está vinculada a la responsabilidad individual y colectiva.

### PALABRAS CLAVE

Huella de carbono, emisiones de gases de efecto invernadero

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Recogida de datos

### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta sesión es obligatoria para la clase que haya elegido llevar a cabo un proyecto de mitigación (véase la Parte 2 del plan de lecciones), aunque también puede realizarse si se ha optado por un proyecto de adaptación.

### PREPARACIÓN 10 MIN

#### MATERIAL

- **HOJA DE TRABAJO D1.1** y/o el cuestionario interactivo en línea.
- Computadoras (al menos 1 por cada 2 alumnos).
- Recurso multimedia: [calculadora de la huella de carbono](#).



### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

1. Imprima la **HOJA DE TRABAJO D1.1** (1 por alumno).
2. La calculadora interactiva se puede utilizar en línea y fuera de línea (se puede descargar previamente). Si su centro no tiene computadoras, los cálculos pueden hacerse a mano (en una hoja de cálculo impresa), o en casa (si los alumnos disponen de conexión a Internet en su domicilio).

### INTRODUCCIÓN 10 MIN

Explique que, para reducir eficazmente nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, tenemos que saber qué comportamientos cotidianos generan más emisiones. Por eso debemos calcular nuestra “huella de carbono”.

Al inicio de la lección se puede utilizar la **HOJA DE TRABAJO D1.1** para hablar con los alumnos de la cantidad de gases de efecto invernadero que creen que emiten las actividades cotidianas. Como posiblemente no estén familiarizados con este ejercicio, empiece diciéndoles que un coche emite 180 g de CO<sub>2</sub>-eq por km y por pasajero.

### PROCEDIMIENTO 30 MIN

1. Explique el objetivo de la actividad y la necesidad de responder con sinceridad a todas las preguntas (no es una carrera para ver “quién emite menos carbono”, sino una herramienta para entender lo que cada uno puede hacer).
2. Reparta la **HOJA DE TRABAJO D1.1** a cada alumno y deje que completen el cuestionario interactivo en línea para poder rellenar sus hojas de trabajo y debatir con su grupo.
3. Compare los resultados y comente las medidas que se podrían adoptar para reducir la huella de carbono de las personas, las escuelas, las familias, etc.

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

La **huella de carbono** suele definirse como la cantidad total de  $\text{CO}_2$  y otros gases de efecto invernadero emitidos por una entidad (persona, país, actividad o producto) expresada en kilogramos de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2$ -eq) para una acción y/o período de tiempo específico.

El  $\text{CO}_2$ -eq es una medida basada en el Potencial de Calentamiento Global de cada gas de efecto invernadero que se utiliza para expresar el efecto de calentamiento de las emisiones de los distintos gases de efectos invernadero. El efecto de calentamiento de cada gas de efecto invernadero se mide, por tanto, en términos de la cantidad de  $\text{CO}_2$ -eq que generaría la misma cantidad de calentamiento.

En el caso de un producto, como por ejemplo una prenda de vestir, el  $\text{CO}_2$ -eq mide el efecto de los distintos gases de efecto invernadero emitidos durante todo el ciclo de vida de ese producto, desde la producción, pasando por el transporte y el uso, hasta la eliminación y el reciclaje.

El cálculo de la huella de carbono ayuda a las personas o al grupo al que pertenecen a identificar cuáles de sus actividades producen más  $\text{CO}_2$ -eq y, por tanto, sobre cuáles es preciso actuar. En lugar de tratar de obtener una estimación precisa de todo lo que contribuye a esta huella, la clave es evaluar de forma aproximada su peso relativo para poder determinar las principales fuentes de emisión y, por ende, aquellas que hay que mitigar de forma prioritaria.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Tenga en cuenta que los valores de las emisiones de gases de efecto invernadero proporcionados en esta lección son indicativos, ya que dependen de múltiples factores, como el país, el individuo, el año, etc. Siempre puede buscar valores más precisos para su país/región si lo desea.

## CONCLUSIÓN 20 MIN

Compare la huella de carbono promedio de la clase con la huella de carbono media de diferentes países. Hable de la necesidad de reducir las emisiones de carbono a escala mundial y de la importancia de aplicar esta reducción a los países con mayores emisiones de carbono per cápita. Paralelamente, otros países pueden centrarse en la adaptación. En este punto, haga hincapié en que, aunque hay aspectos

que se basan en el comportamiento individual, hay otros sobre los que no se puede actuar a tan pequeña escala, pues requieren decisiones tomadas por una ciudad o un gobierno. Puede pedir a los alumnos que debatan sobre las leyes que propondrían si estuvieran al frente de su país.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

La huella de carbono mide solo uno de los muchos impactos que tenemos en el medio ambiente, concretamente nuestras emisiones de gases de efecto invernadero. Los alumnos deben ser conscientes de que hay otros impactos ambientales asociados a los bienes y servicios que utilizamos. Por ejemplo, sobre la compra de alimentos, pregúntese: ¿Se cortaron árboles o se generaron contaminantes para fabricar tal o cual producto? ¿Se pagó a los agricultores de forma justa?



➔ Una vez finalizado el test, indique en el recuadro siguiente los resultados obtenidos:

Su huella de carbono: .....

El sector en el que su huella es mayor: .....

El sector en el que su huella es más baja: .....

La cantidad de CO<sub>2</sub> que se emitiría a la atmósfera si todo el mundo tuviera los mismos hábitos que usted: .....

Ideas para reducir su huella: .....

### CELULAR <sup>1</sup>

- Un mensaje de texto (SMS) produce 0,002 g de CO<sub>2</sub>.
- Un mensaje de texto a través de redes sociales produce 4 g de CO<sub>2</sub>.
- Usar un celular 1 h/día durante 1 año produce 1,4 toneladas<sup>2</sup> de CO<sub>2</sub>.
- Fabricación de un celular, algunos ejemplos<sup>3</sup>:

MODELO DE IPHONE	EMISIONES DE CARBONO (KG DE CO <sub>2</sub> )
iPhone 11	72
iPhone X	79
iPhone 8	57
iPhone 7	56
iPhone 6	95
iPhone 5s	65

### TRANSPORTE <sup>4</sup>

- Un coche emite 180 g de CO<sub>2</sub> por km y pasajero.
- Un avión emite 255 g de CO<sub>2</sub> por km y pasajero.
- Un autobús emite unos 100 g de CO<sub>2</sub> por km y pasajero.
- Un tren emite entre 6 y 40 g de CO<sub>2</sub> por km y pasajero.

Los medios de transporte con mayor huella son el avión y el coche (si solo viaja una persona). La ventaja de uno sobre otro depende de la distancia recorrida: para un viaje de menos de 1 000 km, es preferible el coche. Más allá de esa distancia, el avión tiene una huella menor.

### ALIMENTOS <sup>5</sup>

- 1 kg de ternera = 20 kg de CO<sub>2</sub> emitidos = 100 km de un viaje en coche.
- 1 kg de pollo = 6,2 kg de CO<sub>2</sub> emitidos = 30 km de un viaje en coche.
- 1 kg de ternera de Brasil consumida en Europa = 335 kg de CO<sub>2</sub> emitidos = 1 675 km de un viaje en coche.
- 1 kg de patatas = 0,08 kg de CO<sub>2</sub> emitidos = 0,4 km de un viaje en coche.

### UNA TONELADA DE CO<sub>2</sub> EQUIVALE A: <sup>6</sup>

- 1 vuelo ida/vuelta entre Pekín (China) y Moscú (Rusia) para una persona.
- 5 000 km de viaje en coche.
- El consumo medio de energía de una persona que vive en Francia para calentar su casa durante un año.
- Un árbol captura 1 tonelada de CO<sub>2</sub> a lo largo de su vida.

Nota: Para simplificar, las emisiones de carbono se expresan aquí en kg de CO<sub>2</sub>. En realidad, los científicos miden las emisiones de carbono en unidades de CO<sub>2</sub>-eq, que tienen en cuenta tanto el poder de calentamiento del CO<sub>2</sub> como el de otros gases de efecto invernadero.

1 *How Bad are Bananas? The Carbon Footprint of Everything* de Mike Berners-Lee, 2010.  
 2 <https://www.viessmann.co.uk/company/blog/the-carbon-footprint-of-nearly-everything>  
 3 <https://www.apple.com/uk/environment/>  
 4 <https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint>  
 5 Journal of Life Cycle Assessment, ADEME.  
 6 Adaptado de la Direction Générale de l'Aviation Civile (Francia).

## LECCIÓN D2

# CÓMO NOS SENTIMOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: TRABAJAR CON LAS EMOCIONES

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias sociales, filosofía, artes visuales, expresión escrita

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 55 min y 1 h 50

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Esta lección ofrece a los alumnos la oportunidad de hablar de las emociones que les genera el tema del cambio climático, así como de la idea de un mundo totalmente diferente en el futuro.

Los alumnos:

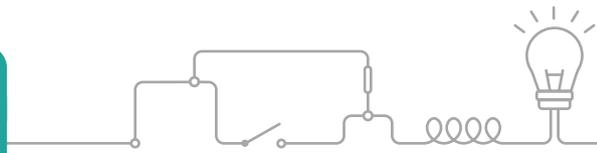
- ~ aprenden que el cambio climático puede generar diversos sentimientos y emociones, entre ellos la impotencia o la desesperanza: es lo que se conoce como “eco-ansiedad”.
- ~ trabajan a través de distintas disciplinas, como las artes visuales, la filosofía o la expresión escrita, para expresar esos sentimientos.
- ~ se alejan por un momento de la ciencia para profundizar en sus emociones y sus proyecciones e historias personales.
- ~ aprenden a gestionar esas emociones para tomar parte en la acción.

### PALABRAS CLAVE

Emociones, ecoansiedad

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Debate, expresión sobre uno mismo



relacionadas con el cambio climático pueden desencadenar una respuesta emocional. **Si sus alumnos ya están familiarizados con el vocabulario de las emociones, puede pasar directamente a la parte 2.**

1. **El día anterior**, pida a sus alumnos que lleven a clase un artículo, imagen, video/película, obra de arte, etc. que les haga pensar en el cambio climático y les haya afectado especialmente. Deben ser capaces de presentar el documento en cuestión y sus fuentes.
2. También puede seleccionar usted mismo imágenes o videos de noticias sobre el cambio climático. Puede utilizar los ejemplos de la **HOJA DE TRABAJO D2.2**. La idea es reunir una decena de documentos.
3. Imprima suficientes ejemplares de la **HOJA DE TRABAJO 2.1**.



Algunos ejemplos de documentos aportados por los alumnos

## PREPARACIÓN 10 MIN

### MATERIAL

- **HOJA DE TRABAJO D2.1** (1 por cada 2 alumnos).
- Post-its (1 por alumno).
- **HOJA DE TRABAJO D2.2**
- Una hoja grande de papel para tomar notas durante el debate.

### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

Esta lección está diseñada para llevarse a cabo en dos partes separadas: la primera se centra en el vocabulario de las emociones y la segunda, en cómo las imágenes

## PARTE 1: EMOCIONES 1 H

### INTRODUCCIÓN 10 MIN

Esta primera parte permite a los alumnos familiarizarse con el vocabulario de las emociones y ponerse de acuerdo sobre las palabras que van a utilizar. Al principio de la sesión, explique que cada persona reacciona de forma diferente ante la información, los sucesos y las situaciones difíciles. Introduzca dos mensajes clave: todo el mundo tiene sentimientos (emociones) y todos son legítimos e importantes.

En esta sesión los alumnos tratarán de centrarse en las emociones generadas por el cambio climático y expresar esos sentimientos.

#### PROCEDIMIENTO 30 MIN

1. Escriba las siguientes preguntas en la pizarra:
  - ¿Qué significa para ustedes la expresión “crisis climática”? (Anote las respuestas en la pizarra)
  - ¿Cómo se sienten cuando escuchan esas palabras?
2. Utilizando la **HOJA DE TRABAJO D2.1**, pídeles que elijan individualmente entre 3 y 5 tarjetas que representen sus sentimientos en ese momento y que escriban luego esas palabras en un post-it.
3. A continuación, pida a un alumno que lea una de sus palabras y pregunte: ¿Alguien más siente lo mismo? Si es así, los alumnos en cuestión pueden pegar sus post-it en la pizarra, y así sucesivamente. Al final de la sesión, podrán ver que algunos sentimientos son recurrentes y que algunas emociones están conectadas.

Preguntas clave para guiar el debate:

- ¿Qué pueden decir de estas palabras?
- ¿Cuáles son las que más aparecen?
- ¿Es posible agrupar algunas emociones?

4. Si se prefiere una forma más visual de presentar las emociones más frecuentes puede hacerse una nube de palabras, por ejemplo, usando esta web: <https://worditout.com/word-cloud/create>.

#### CONCLUSIÓN 20 MIN

A partir de las palabras escritas en los post-it pegados en la pizarra o en la nube de palabras, comente con sus alumnos que el cambio climático puede provocar sentimientos “positivos” y “negativos” e insista en que esas emociones son totalmente normales.



Los alumnos observan los documentos antes de expresar sus emociones

## PARTE 2: TIEMPO DEL CÍRCULO Y DEBATE FILOSÓFICO 55 MIN

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta sesión se presenta como un “taller filosófico”. Si no está familiarizado con este tipo de actividad le sugerimos que practique una antes sobre un tema más “ligero”. En esta sesión, es aconsejable que solo haga preguntas, o mejor aún, que deje que los alumnos se hagan preguntas entre ellos, interviniendo lo menos posible. Para ello, considere la posibilidad de asignar papeles a algunos alumnos para la primera mitad del debate y a otros para la segunda mitad. Los alumnos con “roles especiales” no podrán intervenir directamente en el debate:

- **Presidente:** da la palabra a los participantes y toma nota de quién levanta la mano para pedir la palabra.
- **Reformulador:** se encarga de reformular las propuestas de los participantes si es necesario, con el fin de aclarar el debate. Puede ser útil asignar este papel a varios alumnos.
- **Sintetizador:** toma notas, dibuja un mapa mental para resumir lo que se ha dicho durante el debate y compararlo con toda la clase al final.

La idea no es llegar a una conclusión concreta ni determinar lo que está bien o mal, sino permitir que los alumnos expresen sus emociones y puedan reflexionar sobre el dilema de lo que harían o podrían hacer. En este caso, la ciencia (y los hechos) dan pie a la reflexión y no pueden negarse, mientras que las emociones y el deseo de actuar ante el cambio climático son personales.

Se trata, por tanto, de una oportunidad para que los alumnos hablen de sus sentimientos. Tenga en cuenta que el factor clave aquí es proporcionar un espacio de confianza para que los alumnos puedan hablar de cuestiones “delicadas”. Todos los materiales y actividades proporcionados en esta sesión son solo sugerencias; en su lugar, se pueden utilizar otros recursos o imágenes.

#### INTRODUCCIÓN 5 MIN

Vuelva a la nube de palabras anterior o a los post-it y explique que cuanto más grandes son las palabras de la nube (o cuantos más post-it hay), más veces han sido elegidas, y que si son más pequeñas (o hay menos post-it) eso quiere decir que solo se han elegido una vez. En este punto, pregunte: ¿Qué muestra esta nube de palabras con respecto a la clase? ¿Sus sentimientos aparecen reflejados en esta nube? La idea es que todos se sientan representados.

Coloque las sillas en círculo, retirando las mesas. Si no es posible, los alumnos pueden sentarse en el suelo.

## PROCEDIMIENTO 40 MIN

1. Los alumnos se sientan en círculo. El docente puede sentarse fuera del círculo con el presidente, el reformulador y el sintetizador, si prefiere no participar en el debate, o bien incorporarse al círculo.

2. Explique las reglas del debate:

- Presente las funciones del presidente, el reformulador y el sintetizador. Pida voluntarios para desempeñar esos papeles.
- Todos los alumnos pueden expresar las emociones o sentimientos que experimenten en respuesta al documento o al debate, siempre que levanten la mano y esperen a que el presidente les ceda la palabra.
- No hay respuestas correctas o incorrectas.
- Nadie puede hablar mientras otra persona está hablando.
- Nadie debe juzgar ni burlarse de la persona que habla. Todos deben escuchar y respetar las ideas de los demás.
- Nadie está obligado a hablar: puede haber alumnos que actúen como simples observadores.

## → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

La puesta en escena inicial es muy importante para que los alumnos se sientan en un espacio seguro y se animen a hablar, reflexionar y compartir emociones. Colocarlos en un círculo, por ejemplo, les permite verse unos a otros y estar en igualdad de condiciones. El docente también puede sentarse en el círculo, pero solo como participante.



Alumnos sentados en círculo durante el debate filosófico

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

El hecho de que el cambio climático pueda generar emociones y sentimientos difíciles es un tema bien conocido y estudiado que se denomina “ansiedad ecológica” o “**ecoansiedad**”. En lecciones anteriores, pese a que solo se trataron aspectos relacionados con la ciencia del clima, es posible que sus alumnos hayan tenido reacciones de miedo, rechazo, ansiedad, etc. Puede que incluso usted mismo las haya tenido. Los sentimientos más comunes asociados al cambio climático son la impotencia, la desesperanza, la rabia, el miedo o la disociación, que a veces conducen a la inacción.

**Dada la carga emocional que conlleva el cambio climático, no basta con presentar hechos y evidencias.** Trabajar con las emociones permite lidiar con una realidad preocupante. Estos sentimientos son normales y reconocerlos ayuda a no sentirse “raro” por ello, lo que a su vez ayuda a afrontar el cambio climático en lugar de huir de él<sup>1</sup>. Otra dificultad que puede surgir es la aparición de mecanismos de defensa, como la negación

Por ello, la estrategia para afrontar las emociones ligadas al cambio climático consiste, en primer lugar, en reconocer nuestros sentimientos<sup>2</sup>. Otro punto importante es estar conectado con los demás y no aislarse. El compromiso ciudadano también puede ser una forma de pasar a la acción y, con ello, ser parte de la solución a nuestro nivel y encontrar razones para la esperanza.

Una última cosa que es importante mencionar es el hecho de que **no todos somos iguales a la hora de expresar nuestras emociones**, especialmente por cuestión de género. De ahí que las mujeres suelen estar más preocupadas que los hombres por las cuestiones medioambientales locales y que, por tanto, estén más comprometidas. Esto puede explicarse por la educación, ya que las mujeres suelen ser educadas con valores de “cuidado”, lo que las lleva a ser más conscientes de su entorno inmediato y a cuidarlo. En cambio, los hombres suelen estar “reprimidos emocionalmente”, lo que les hace sentirse menos cómodos a la hora de expresar sus sentimientos.

1 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/04/scientists-dont-ignore-peoples-emotions/>

2 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/09/im-having-a-hard-time-coping-with-scary-climate-news-what-should-i-do/>

3. Inicie el debate en clase, bien mostrando los documentos de la **HOJA DE TRABAJO D2.2** o bien utilizando los aportados por los alumnos (sugerimos utilizar un proyector para que todos puedan ver). Explíqueles que van a ver unas imágenes y que primero tendrán que describirlas y luego decir cómo se sienten al respecto.

Preguntas clave para guiar el debate:

- ¿Qué sienten al ver esta foto? ¿Por qué?
- ¿Qué imagen les motiva más para actuar? ¿Por qué?
- Si se trata de una imagen aportada por un alumno, pregúntele: ¿Por qué la ha elegido? ¿Cómo se siente al respecto?

#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

A algunos de sus alumnos, especialmente a los chicos, les puede resultar difícil compartir sus emociones debido a su educación<sup>1</sup>. No obligue a nadie a expresar sus sentimientos si no quiere. Insista solamente en que lo que sienten es totalmente normal. Hablar como docente de sus propias preocupaciones sobre el cambio climático también puede ayudar a los alumnos a ganar confianza para expresar las suyas.

4. Al final del debate, pida al sintetizador que resuma rápidamente los puntos principales y deje que los alumnos que lo deseen hagan un último comentario o den una impresión final.

#### CONCLUSIÓN 10 MIN

Después de este ejercicio, anime a sus alumnos a que hagan un dibujo, una ilustración, una pintura o una caricatura, a que escriban una carta<sup>2</sup>, o a que expresen de la forma que quieran sus sentimientos: ¿Cómo se sienten ahora? ¿Sus sentimientos son diferentes a los que tenían al principio? Deje que hablen de lo que han aprendido en esta sesión, sobre ellos mismos y sobre los demás. Insista en la importancia de conectar con uno mismo y con los demás en un tema tan emotivo.

Concluya la sesión preguntándoles si su opinión sobre la adopción de medidas frente al cambio climático ha cambiado y por qué. En este punto, puede motivarles para pasar a la acción y hablar sobre posibles proyectos que pueden poner en marcha en su comunidad.

Algunas fuentes de inspiración:

- Proyecto “Many Strong Voices”: <http://www.manystrongvoices.org/portraits/>
- Un poema colectivo: Time <https://youtu.be/MISW3u-1AbI>
- 350.org – Climate Change Is About Power: <https://youtu.be/m95K7LCIIC4>



“¡Devuélveme mi hielo marino!”

#### ➔ CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Al final de esta actividad, es importante que el docente sea una figura tranquilizadora para sus alumnos. En este punto, puede recuperar la condición de profesor para animarlos a pasar a la acción y responder a la ansiedad que haya podido surgir tras esta actividad. Esto los llevará a la segunda parte del plan de lecciones: “Actuamos”.

1 Para más detalles sobre este tema, le sugerimos que lea los capítulos “Género y emoción” y “Geografías emocionales y cambio climático” (pp. 26-32) del estudio “Cross-Cultural Approaches to Understanding the Emotional Geographies of Climate Change” de Margaret V. du Bray (2017): <https://keep.lib.asu.edu/items/155254>

2 Puede encontrar algunos ejemplos de cartas sobre el cambio climático escritas por científicos y estudiantes en este sitio web: <https://www.isthisshowyoufeel.com/>



TARJETAS DE EMOCIONES



**DESMOTIVADO/-A**



**SATISFECHO/-A**



**AFECTADO/-A**



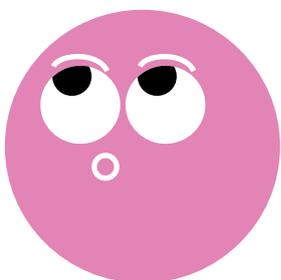
**DEPRIMIDO/-A**



**SERENO/-A**



**OPTIMISTA**



**INDIFERENTE**



**INDECISO/-A**



**TENSO/-A**

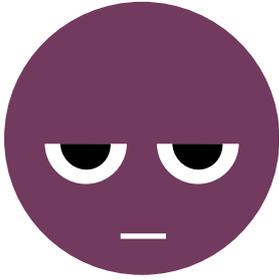
Estas tarjetas han sido diseñadas para permitir que los alumnos expresen sus emociones. Se pueden modificar para adaptarlas mejor al nivel de los alumnos.

Fuente:

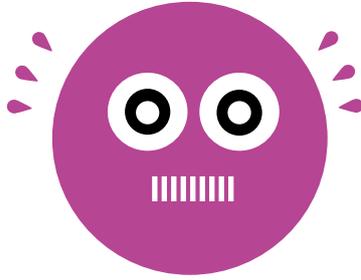
- Diseño inspirado en las «Feelín' cartes», editadas por SVJ.
- Tarjeta «Inspirado/-a»: diseñada por Alvaro\_cabrera / Freepik.



TARJETAS DE EMOCIONES



PREOCUPADO/-A



ESTRESADO/-A



CONFIADO/-A



MOTIVADO/-A



FRUSTRADO/-A



ENTUSIASTA



ENOJADO/-A



TRISTE



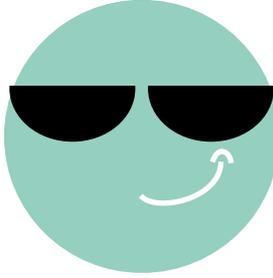
POSITIVO/-A



TARJETAS DE EMOCIONES



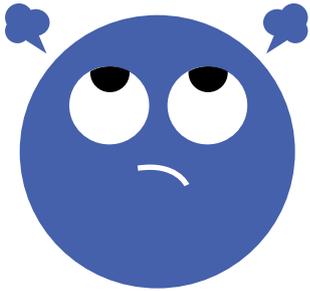
FELIZ



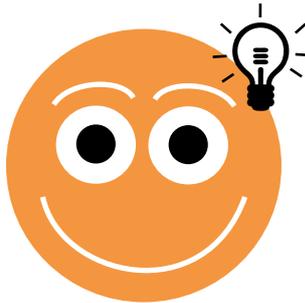
ORGULLOSO/-A



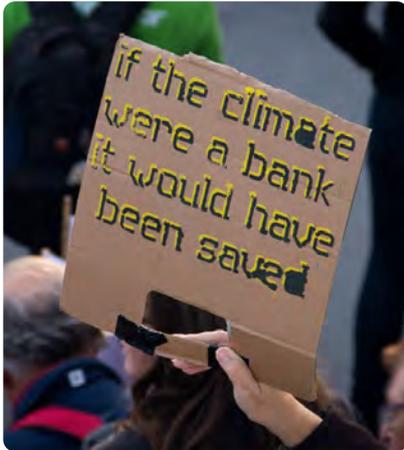
IMPOTENTE



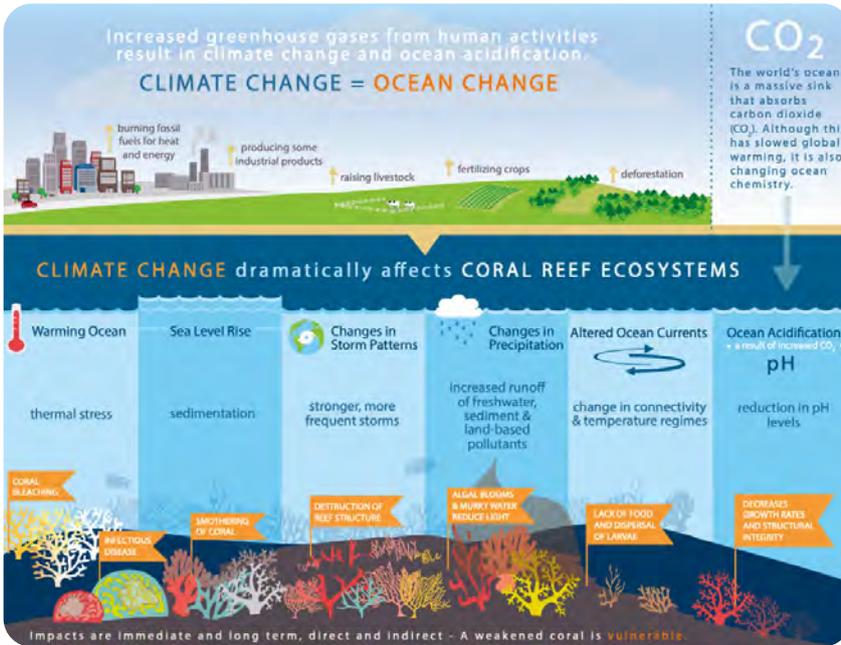
FURIOSO/-A



INSPIRADO/-A



Si el clima fuera un banco, ya lo habrían salvado.



Cuanto más hablan, más nos ahogamos: ¡Acción directa ya!



¿Cambio climático? Fake news.



Ustedes morirán de viejos; nosotros, por el cambio climático.



Huelga escolar por el clima



También puede utilizar esta web: <http://mindblowingresources.blogspot.com/2012/09/30-mind-blowing-posters-against-climate.html>

# LECCIÓN D3

## JUSTICIA CLIMÁTICA<sup>1</sup>

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias sociales, geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 15 min
- ~ Actividad: 2 h

### RANGO DE EDAD

9-12 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A través de un juego de rol, los alumnos descubren las desigualdades entre países en cuanto a riqueza y emisiones de gases de efecto invernadero. Con otro juego de rol, aprenden que no todos los países son igual de vulnerables al cambio climático: los más vulnerables no siempre son los mayores responsables.

Asimismo, aprenden que:

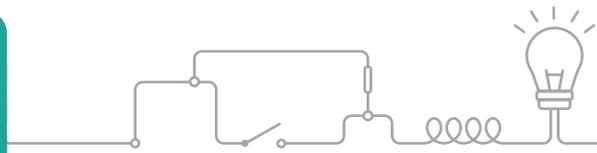
- ~ No todos los países emiten la misma cantidad de gases de efecto invernadero ni son igual de vulnerables a los efectos del cambio climático.
- ~ Los países más ricos son los que más gases de efecto invernadero emiten.
- ~ Las sequías, tormentas e inundaciones, agravadas por el cambio climático, afectan sobre todo a los países en desarrollo, que son los que menos contribuyen al cambio climático.
- ~ La mayoría de la población mundial vive en países en rápido desarrollo, lo que repercutirá en las futuras emisiones de gases de efecto invernadero.
- ~ Cada vez hay más conciencia de la necesidad urgente de actuar a gran escala para limitar el cambio climático y proteger a los más vulnerables.
- ~ La ciencia puede explicar los orígenes y mecanismos del cambio climático, pero son los ciudadanos y las leyes nacionales los que realmente pueden marcar la diferencia.

### PALABRAS CLAVE

Cambio climático, gases de efecto invernadero, responsabilidad, vulnerabilidad, desigualdad, justicia climática

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Juegos de rol



## PREPARACIÓN 15 MIN

### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO D3.1<sup>2</sup>, D3.2** (o una colección de coches de juguete), **D3.3 y D3.4**.
- Hojas de papel o pegatinas.
- Opcional: un mapamundi + etiquetas para cada continente: América del Norte, América Latina, Europa, Oceanía, África, Asia (otra opción es escribir directamente los nombres en el suelo).

### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

Esta lección contiene 2 actividades independientes. Puede elegir hacer una u otra, o ambas.

#### Actividad 1

- Asegúrese de que en el aula hay una (y solo una) silla por alumno.
- Imprima la **HOJA DE TRABAJO D3.1** (una copia para usted).
- Entregue a cada alumno un coche de juguete o, si no es posible, imprima **HOJA DE TRABAJO D3.2** (una copia para toda la clase).
- Coloque las etiquetas de los continentes por el aula (en el suelo o en las paredes).

#### Actividad 2

Imprima las **HOJAS DE TRABAJO D3.3, D3.4 y D3.5** (una para cada grupo de 6 alumnos).

## INTRODUCCIÓN 20 MIN

En lecciones anteriores vimos la cuestión de los gases de efecto invernadero y las consecuencias del cambio climático. Sabemos que muchos de los recursos naturales que necesitamos podrían verse afectados. Inicie un debate con los alumnos sobre si creen que todos los habitantes del planeta son igualmente responsables del cambio climático y si todos se verán igualmente afectados.

1 Esta lección se basa en la Lección 4 del manual "Creating Futures", desarrollado por la iniciativa *Education for a Just World*, de Trócaire y el Centre for Human Rights and Citizenship Education (CHRCE) del DCU Institute of Education (Dublín, Irlanda). También se basa en el recurso educativo "Mi casa, mi planeta y yo", elaborado por la fundación *La main à la pâte*. La OCE desea dar las gracias a los autores.

2 En el sitio web de la OCE hay una versión de Open Office disponible por si necesita adaptar/actualizar la lección (data-chair-game-EN.ods)

## PROCEDIMIENTO 1 H 40

### ACTIVIDAD 1: ¿QUIÉN ES EL MAYOR RESPONSABLE DEL CAMBIO CLIMÁTICO? 45 MIN

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

También puede optar por realizar esta actividad con pequeñas figuras sobre la mesa en lugar de utilizar sillas.



1. Pida a los alumnos que formen un círculo: representan los (casi) 8000 millones de habitantes de la Tierra. Para explicar la idea de esta actividad, pregunte primero qué proporción de hombres y mujeres hay en la población mundial y pida a los alumnos que se dividan según esa proporción. Para simplificar, los 8000 millones de personas se pueden dividir en 4000 millones de hombres y 4000 millones de mujeres. La mitad de la clase debe estar de pie en un lado del aula y la otra mitad en el otro lado (sin importar el género real).



Alumnos en círculo

2. Siguiendo este ejemplo, pida a los alumnos que formen otro círculo. Pídales que piensen en la población de cada uno de los continentes (representados con etiquetas colocadas en el aula) y que se repartan según la población que crean que tiene cada continente (en esta fase no disponen todavía de cifras).

3. Utilizando la 1ª tabla de la **HOJA DE TRABAJO D3.1**, informe a los alumnos de la distribución real de la población entre continentes para que se reubiquen si es necesario. Cada alumno representa un número de personas en un continente concreto. Por ejemplo, Oceanía está tan poco poblada en comparación con otros continentes que ni siquiera tiene un alumno “completo”. Los alumnos representarán al mismo continente durante toda la actividad. Hable del desglose de la población real en los distintos continentes.

4. Cada alumno toma ahora una silla y se sienta en torno a la etiqueta de su continente con los demás alumnos de su grupo. Diga a los alumnos que todas las sillas combinadas representan la riqueza del mundo. En sus grupos, los alumnos hablan de cómo creen que se reparten las sillas (la riqueza) entre los continentes y comparten sus conclusiones con la clase. En este punto, la clase deberá decidir conjuntamente si algunas sillas deben trasladarse a otro continente. Las sillas se desplazan según la clase lo considere oportuno. Tenga en cuenta que los alumnos no se mueven con la silla (deben quedarse con su continente).



Alumnos representando la población de África y su riqueza



Alumnos representando la población de Europa y su riqueza

5. Utilizando la 2ª tabla de la **HOJA DE TRABAJO D3.1**, informe a los alumnos sobre la verdadera distribución de la riqueza en el mundo. Mueva las sillas a diferentes continentes según sea necesario. Pida a los alumnos que se sienten en una silla sin abandonar su continente. En algunos continentes, algunos estudiantes se quedarán sin asiento (o tendrán que compartir una silla), mientras que en otros continentes habrá un excedente de sillas.

6. Pida a los alumnos que expresen lo que sienten ante lo que se acaba de demostrar, incluyendo ideas relacionadas con conflictos, migraciones, justicia y desigualdad.

7. Los alumnos (que permanecen en sus continentes con su número de sillas asignado) deben debatir ahora si las personas emiten todas la misma cantidad de gases de efecto invernadero y también qué continentes emiten más gases de efecto invernadero per cápita y qué continentes emiten menos.

8. Los coches de juguete (o las imágenes de coches de la **HOJA DE TRABAJO D3.2**) representan la cantidad media de gases de efecto invernadero emitidos en un año. Reparta a cada grupo la cantidad de coches que corresponda a la media de emisiones de gases de efecto invernadero de cada continente (consulte la 3ª tabla de la **HOJA DE TRABAJO D3.1**). *¿Cuántos coches por persona hay en cada continente?*

Hable de las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con la población y la riqueza de su continente. Incida en que las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita no son las mismas en todos los continentes. *¿Qué pasará si cada vez más personas en todo el mundo adoptan el estilo de vida de Europa y Norteamérica? ¿Todos los habitantes de un mismo continente emiten la misma cantidad de gases de efecto invernadero?* (Compare el número de sillas y el número de coches en los distintos grupos).



Se puede resumir la actividad pidiendo a los alumnos que representen en un mapa la población, la riqueza y las emisiones de gases de efecto invernadero. Este mapa se ofrece como ejemplo: fue realizado por una clase hace varios años, por lo que las distribuciones están desactualizadas y no corresponden a los valores actuales.

## ACTIVIDAD 2: ¿QUIÉN ES MÁS VULNERABLE AL CAMBIO CLIMÁTICO? 35 MIN

9. Tras debatir sobre quién es el mayor responsable del cambio climático, los alumnos analizarán quién es el más vulnerable. Divida la clase en grupos de hasta 6 alumnos y entregue a 1 miembro de cada grupo una tarjeta diferente de las **HOJAS DE TRABAJO D3.3**.

10. Pida a los alumnos que se pongan en fila en el centro del aula sosteniendo su tarjeta para que los demás puedan ver qué papel están representando. Lea los enunciados “Paso adelante” y “Paso atrás” de la **HOJA DE TRABAJO D3.4** y pida a los alumnos que:

- den un paso adelante si cada una de las afirmaciones de la primera serie es verdadera para el personaje que interpretan;
- den un paso atrás si cada una de las afirmaciones de la segunda serie es verdadera para el personaje que están interpretando.



Pasos adelante y pasos atrás frente al cambio climático

11. Debata con los alumnos sobre quiénes son los más vulnerables al cambio climático y por qué.

## CONCLUSIÓN 20 MIN

Concluya la lección preguntando a los alumnos: *Teniendo en cuenta lo que han aprendido sobre quién es responsable y quién es más vulnerable al cambio climático, ¿creen que el cambio climático es “justo”?* Deben debatirse cuestiones como la riqueza, las emisiones de gases de efecto invernadero y las diferencias en cuanto a la exposición y la vulnerabilidad al cambio climático. (Los países más ricos son los mayores emisores de gases de efecto invernadero per cápita, pero están menos expuestos y son menos vulnerables a los efectos del cambio climático. Esto se debe casi siempre a su situación geográfica y a los medios que tienen para adaptarse y hacer frente a dichos efectos).

## INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

**Las emisiones actuales de gases de efecto invernadero se distribuyen de forma desigual entre los países.** Así, por ejemplo, aunque China es el mayor emisor al ser el país más poblado del mundo, sus emisiones per cápita son inferiores a las de Estados Unidos, que tiene unos mil millones de personas menos, pero donde cada habitante emite de media más que el ciudadano medio chino.

Si miramos al pasado, los países desarrollados han contribuido en gran medida a la concentración actual de CO<sub>2</sub>: en el período 1880-1980, Estados Unidos y Europa representaron cada uno el 30 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles. Aún hoy, los países desarrollados siguen siendo los principales emisores de gases de efecto invernadero. La contribución del continente asiático (China e India) empezó a aumentar en torno al año 2000, coincidiendo con su crecimiento demográfico y el desarrollo de su proceso de industrialización.

No todos los países contribuyen por igual a las emisiones de gases de efecto invernadero y no todos se ven igualmente afectados por las consecuencias del cambio climático. Con frecuencia, los más afectados no son los más responsables. Tomar medidas concretas que también garanticen la **justicia climática** requiere sopesar diferentes factores como la riqueza, las emisiones de gases de efecto invernadero, las necesidades energéticas, etc.

La ciencia puede y debe aportar hechos y evidencias, mejorar las proyecciones futuras, estimar lo mejor posible la probabilidad de ciertos fenómenos y establecer conclusiones basadas en la racionalidad y darlas a conocer y entender a todos. Sin embargo, **la ciencia no puede por sí sola fijar las reglas del juego, ni decir lo que es justo ni demostrar que hay justicia en la solidaridad internacional.** Ante problemas tan complejos y globales, los **valores éticos y morales de los individuos y las sociedades deben ser, en última instancia, la base de los juicios y las decisiones.**



## HOJA DE TRABAJO D3.1

CONTINENTE	POBLACIÓN (%)	NÚMERO DE ALUMNOS POR CONTINENTE															
		Clase con 15 alumnos	Clase con 16 alumnos	Clase con 17 alumnos	Clase con 18 alumnos	Clase con 19 alumnos	Clase con 20 alumnos	Clase con 21 alumnos	Clase con 22 alumnos	Clase con 23 alumnos	Clase con 24 alumnos	Clase con 25 alumnos	Clase con 26 alumnos	Clase con 27 alumnos	Clase con 28 alumnos	Clase con 29 alumnos	Clase con 30 alumnos
África	17 %	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Asia	59 %	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18
Europa	10 %	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Latinoamérica	8 %	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Norteamérica	5 %	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Oceanía	1 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100 %	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Fuente: <https://www.worldometers.info/world-population/#region>

CONTINENTE	RIQUEZA (%)	NÚMERO DE SILLAS POR CONTINENTE															
		Clase con 15 alumnos	Clase con 16 alumnos	Clase con 17 alumnos	Clase con 18 alumnos	Clase con 19 alumnos	Clase con 20 alumnos	Clase con 21 alumnos	Clase con 22 alumnos	Clase con 23 alumnos	Clase con 24 alumnos	Clase con 25 alumnos	Clase con 26 alumnos	Clase con 27 alumnos	Clase con 28 alumnos	Clase con 29 alumnos	Clase con 30 alumnos
África	5 %	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Asia	49 %	7	8	8	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15
Europa	21 %	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
Latinoamérica	7 %	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Norteamérica	17 %	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Oceanía	1 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100 %	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Fuente: <https://www.dsw.org/landerdatenbank/>

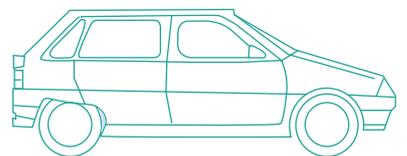
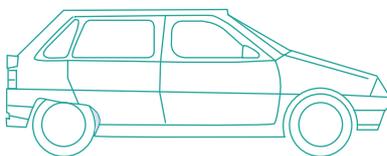
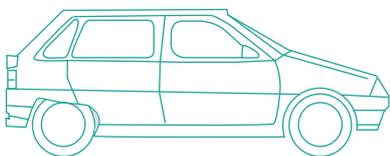
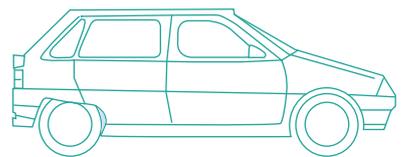
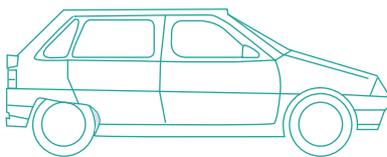
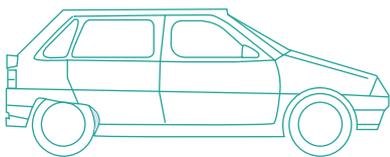
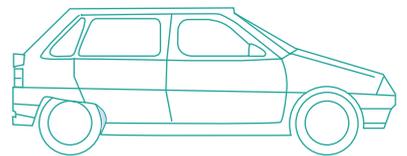
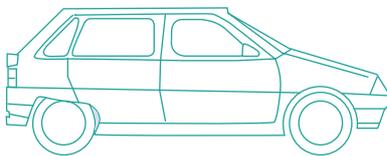
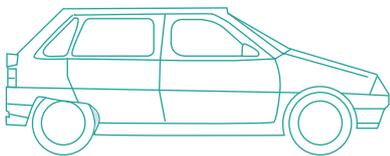
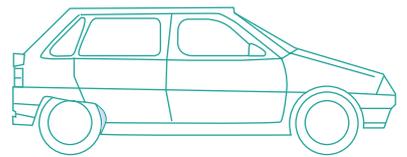
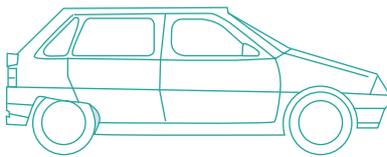
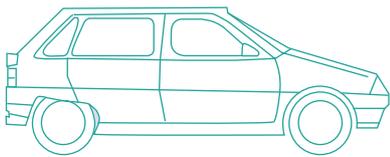
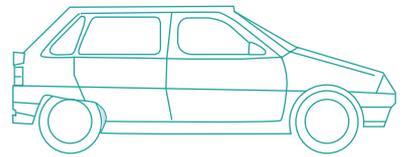
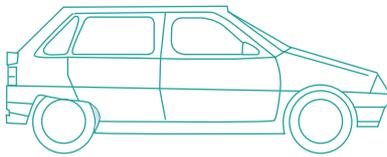
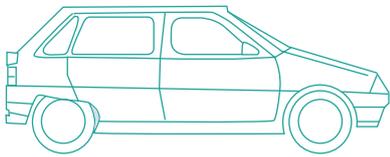
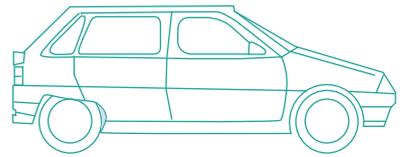
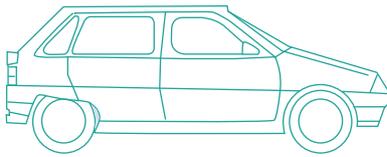
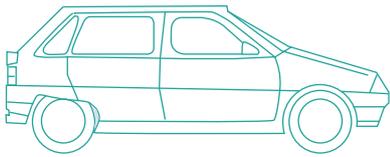
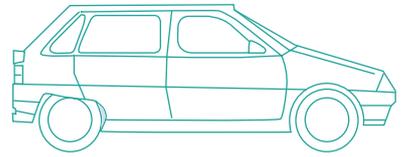
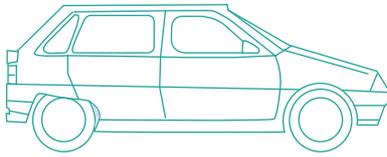
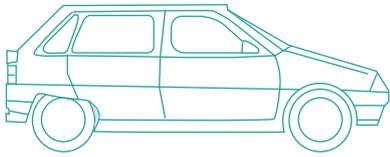
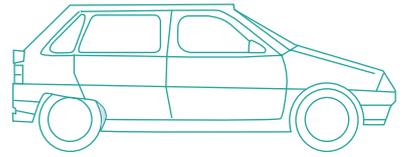
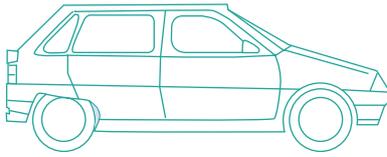
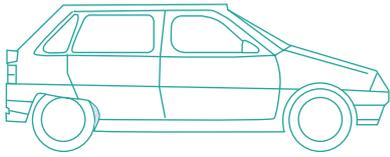
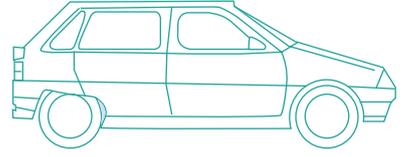
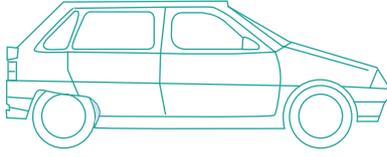
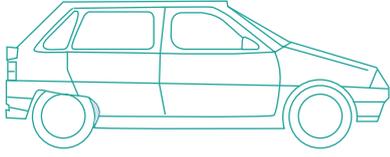
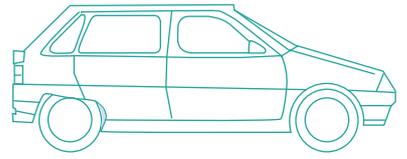
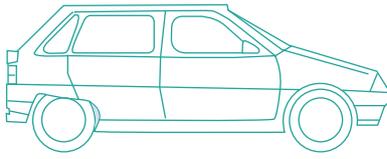
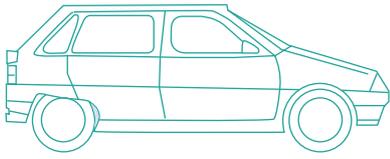
CONTINENTE	EMISIONES DE GEI (%)	NÚMERO DE COCHES POR CONTINENTE															
		Clase con 15 alumnos	Clase con 16 alumnos	Clase con 17 alumnos	Clase con 18 alumnos	Clase con 19 alumnos	Clase con 20 alumnos	Clase con 21 alumnos	Clase con 22 alumnos	Clase con 23 alumnos	Clase con 24 alumnos	Clase con 25 alumnos	Clase con 26 alumnos	Clase con 27 alumnos	Clase con 28 alumnos	Clase con 29 alumnos	Clase con 30 alumnos
África	4 %	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asia	49 %	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
Europa	16 %	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
Latinoamérica	12 %	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Norteamérica	18 %	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Oceanía	1 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100 %	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Fuente: Our world in Data, basándose en el "Global Carbon Project" de la ONU y el Banco Mundial: <https://ourworldindata.org/co2-by-income-region>



## HOJA DE TRABAJO D3.2

---





### JIAO LONG (CHINA)

Me llamo Jiao Long y tengo 10 años. Vivo con mi madre en un piso pequeño, en lo alto de un edificio de 40 plantas de Shanghái. Mi madre dice que Shanghái es la segunda ciudad más poblada del mundo.

Me encanta observar las luces de los edificios, los coches y las pantallas publicitarias de las avenidas principales por la noche. ¡También me gustan mucho los fideos con pollo! Me gustaría tener un hermano para poder jugar con él a los videojuegos... Podríamos ir juntos al festival de tecnología, sería muy divertido.

Mi madre me lleva al colegio todas las mañanas desde que soy pequeño. Tomamos el metro de la ciudad. Me gusta ir en metro, pero a veces hay demasiada gente y voy aplastado. En Shanghái siempre hay gente por todas partes. A veces me gustaría que hubiera menos, como en el pueblo de mi abuelo, donde puedo correr todo lo que quiera. Mi madre dice que cada vez hay más gente que viene a Shanghái para buscar una vida mejor, porque la vida en el campo es cada vez más difícil.



### MAHLET (ETIOPÍA)

Me llamo Mahlet, tengo 13 años y vivo con mi familia en un pequeño pueblo del norte de Etiopía. Mi hermana se llama Shewit y mi hermano, Samuel. Me gusta ir a la escuela. Mi asignatura favorita es la biología. De mayor quiero ser médico.

Mi familia cultiva hortalizas en nuestras tierras. Cultivamos maíz, sorgo, patatas y tomates. Parte de estas hortalizas nos las comemos y el resto las vendemos en el mercado para ganar algo de dinero. Con ese dinero compramos semillas, libros para la escuela y cosas para la casa.

Cuando mi padre era joven llovía lo suficiente para que las verduras crecieran, pero ya no. A menudo, cuando mi familia y mis vecinos quieren plantar o sembrar, la tierra está demasiado seca. Juntos, estamos construyendo un sistema de riego. Se trata de una larga tubería que traerá agua desde muy lejos. Así las plantas podrán crecer.



### ARIANNE (FILIPINAS)

Me llamo Arianne. Vivo en una casa con mi madre, mi padre y mi hermano pequeño. Cuando era pequeña, vivíamos en una bonita casa frente a la playa. Me gustaba jugar con las conchas marinas y ver cómo las tortuguitas salían del cascarón y se iban hacia el mar. Desde mi ventana me gustaba ver a mi padre llegar en su barco de pesca después de un largo día en el mar.

Un día, con la marea alta, el agua subió mucho más de lo habitual y nuestra casa se inundó. Recuerdo que hacía mucho viento. En los meses siguientes, las inundaciones se hicieron más frecuentes. Decidimos mudarnos y ahora vivimos en una nueva casa un poco más lejos de la playa. Está construida sobre pilotes para evitar que se inunde de nuevo. Aquí estamos más seguros. Me gusta mucho vivir cerca de la playa y espero que no tengamos que mudarnos más hacia el interior en el futuro.





### RORY (IRLANDA)

Me llamo Rory y tengo 8 años. Vivo con mi madre, mi padre y mi hermano Eoin en un pequeño pueblo. Vamos a la escuela en otro pueblo cerca de Downpatrick.

Me gusta ir a la escuela, hacer deporte y escuchar música. Juego al fútbol gaélico en el equipo de mi pueblo. En Irlanda llueve mucho y muchas veces tenemos que cancelar los entrenamientos porque está demasiado mojado para jugar. La primavera pasada, el camino de entrada a nuestra casa se inundó por el desbordamiento del río. ¡Nadie podía entrar ni salir!

Casi todos los años la escuela cierra algunos días debido a las fuertes nevadas. Aquí a las carreteras no se les echa sal, por lo que conducir sobre la nieve puede ser peligroso. Pero a mí no me importa, porque cuando no hay colegio voy a tirarme en trineo por la colina que hay detrás de casa. Es muy divertido. Siempre hacemos un muñeco de nieve en el jardín. El verano pasado fuimos a España de vacaciones. Hacía sol y calor. A veces me gustaría tener mejor tiempo aquí, pero mi madre dice que entonces a Irlanda no se la conocería como la Isla Esmeralda.



### RENATA (CHILE)

Me llamo Renata y tengo 9 años. Vivo en Valparaíso con mi mamá, mi hermano, mi hermana y mi perro, Gasparín. No veo a mi papá todos los días porque trabaja en las minas del norte de Chile. Solo viene a casa algunos fines de semana al año, pero siempre nos trae caramelos.

En las vacaciones de verano hacemos un largo viaje en carro con nuestros tíos y primos hasta una casa de madera muy bonita en el campo, cerca de las montañas. A Gasparín también le gusta este lugar, porque allí puede correr mucho. Mi hermano va a pescar con mi tío. Mi hermana mayor no siempre viene, porque prefiere quedarse en la ciudad y salir con sus amigos o ver videos en Internet.

Las personas mayores que viven en las montañas dicen que antes solía haber nieve en las cumbres, incluso en verano, pero que ahora es más raro ver eso.



### WESTON (ESTADOS UNIDOS)

Me llamo Weston y tengo 11 años. Vivo en Boston con mi madre, mi padre y mis hermanas gemelas, Anna y Melissa. Nuestra casa está en un buen barrio. Tengo muchos amigos aquí. Mis padres nos llevan al colegio todos los días.

Me gusta jugar al béisbol en el equipo local. Los sábados, después de los partidos, nos encanta ir al centro comercial a comer comida mexicana. Cuando no hay partido el sábado, nos quedamos en casa jugando a los videojuegos.

Todos los años toda la familia viajamos en avión a California para pasar las vacaciones de verano. Me encanta ir a la playa allí. Una vez probé a hacer surf con mis hermanas y luego comimos unas hamburguesas enormes en el restaurante de la playa. El verano pasado visitamos Silicon Valley, fue realmente impresionante. Me encantaría poder trabajar en una de esas grandes empresas tecnológicas cuando sea mayor. La semana pasada escuché en las noticias que había muchos incendios forestales en California, qué pena, me gusta tanto ir allí de vacaciones...





### DANDO “PASOS ADELANTE” Y “PASOS ATRÁS” FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Algunas personas contribuyen más que otras al cambio climático.  
Algunas personas son más vulnerables que otras al cambio climático.  
Identifíquese con su personaje de la **HOJA DE TRABAJO D3.3**.

#### PRIMERA SERIE DE AFIRMACIONES

Dé un paso adelante si las siguientes afirmaciones son ciertas para su personaje y su familia:

- viajan en coche,
- viajan en avión de vacaciones,
- tienen dinero para comprar suficiente comida para toda la familia,
- comen carne tan a menudo como quieren,
- han adaptado su estilo de vida al cambio climático,
- viven en un país donde el gobierno podría ayudarles a adaptarse al cambio climático,
- utilizan la tecnología en su vida cotidiana.

#### SEGUNDA SERIE DE AFIRMACIONES

Dé un paso atrás si las siguientes afirmaciones son ciertas para su personaje y su familia:

- dependen de los alimentos que cultivan para sobrevivir,
- se ven afectados por las inundaciones debido a la subida del nivel del mar,
- se ven afectados por la sequía a medida que aumentan las temperaturas,
- no tendrán suficiente para comer si hay sequía,
- si los glaciares siguen derriéndose, es posible que un día no tengan suficiente agua para beber.

# LECCIÓN D4

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL REDEDOR DEL MUNDO

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias sociales, geografía

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 1 h

### RANGO DE EDAD

9-12 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos comprenden que hay muchas soluciones (de adaptación o mitigación) al cambio climático y que muchas personas y organizaciones ya están tomando medidas. También eligen un proyecto de adaptación/mitigación en el que trabajar.

Asimismo, aprenden que:

- ~ Debemos adaptarnos a los efectos del cambio climático y hacer todo lo posible para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ~ Hay muchas personas, comunidades y organizaciones en todo el mundo que están aplicando medidas de adaptación y mitigación. También nosotros podemos hacer muchas cosas para ayudar.
- ~ La adaptación nos beneficia a corto plazo, mientras que la mitigación es crucial a largo plazo. Ambas deben considerarse conjuntamente.
- ~ Las medidas de adaptación ayudan a reducir la vulnerabilidad y/o la exposición al cambio climático, reduciendo el riesgo de impactos negativos.
- ~ Podemos aplicar soluciones de adaptación para hacer frente a los efectos del cambio climático.
- ~ Todos tenemos una huella de carbono, pero podemos ayudar a reducir el cambio climático si disminuimos nuestras emisiones de gases de efecto invernadero.

### PALABRAS CLAVE

Adaptación, mitigación, soluciones, vulnerabilidad, exposición

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Análisis de documentos

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta lección es una buena forma de introducir la segunda parte del plan de lecciones ("Actuamos"). Por lo tanto, es importante que ya haya consultado esta segunda parte y que tenga en mente ejemplos de proyectos que podrían ponerse en marcha en su centro educativo o comunidad.



### PREPARACIÓN 10 MIN

#### MATERIAL

- Videoprojector, computadora y conexión a Internet.
- Recurso multimedia: [How can we act?](#)
- Si no puede acceder en línea a este recurso, reparta una copia de la **HOJA DE TRABAJO D4.1** (1 por alumno).



#### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

No dude en utilizar otros materiales para ilustrar las medidas de adaptación y mitigación. Puede ser buena idea sugerir medidas que se hayan aplicado en la región o el país en el que viven los alumnos.

### INTRODUCCIÓN 10 MIN

Tras un breve recordatorio de los distintos efectos del cambio climático sobre la tierra y sus consecuencias para los ecosistemas y las sociedades humanas, pida a los alumnos que piensen en las medidas que pueden tomarse para hacer frente a estos problemas.

### PROCEDIMIENTO 40 MIN

1. Deje que los alumnos presenten sus soluciones a toda la clase y anótelas en la pizarra, sin hacer comentarios. Deben ser acciones realizables por los propios alumnos o por sus familias o pequeñas comunidades (escuela, pueblo, etc.). De esta forma se evita el debate sobre las medidas que podrían o deberían tomar otras entidades más grandes (gobiernos, empresas, etc.).
2. Una vez identificadas algunas acciones, pida a los alumnos que las clasifiquen definiendo los criterios adecuados. Pueden surgir diferentes tipos de clasificación:
  - Soluciones de mitigación y adaptación (algunas acciones reducirán las emisiones de gases de

efecto invernadero y, por tanto, la magnitud del calentamiento global, mientras que otras reducirán los efectos del cambio climático en nuestras sociedades).

- Acciones individuales o colectivas.
- Acciones en distintos ámbitos: en casa, en la escuela, en el supermercado, en el transporte, etc.

### INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Para reducir los efectos del cambio climático en las sociedades humanas y en los ecosistemas de la Tierra, existen dos líneas de actuación: **la mitigación y la adaptación**. Ambas se abordan con más detalle en las págs. 16-19 de la sección “Resumen científico”.

Estas dos estrategias complementarias deben considerarse a distintos niveles: individual, local (escuelas, ciudades, etc.), entidades nacionales o regionales y actores internacionales y globales (Naciones Unidas, tratados internacionales). Todos los actores, sea cual sea su ámbito de actuación, tienen un papel que desempeñar, aunque su impacto es diferente según la escala de que se trate. La aplicación de medidas de mitigación y adaptación requiere conocimientos sólidos, ingeniería y cambios sociales. Incluso a pequeña escala (por ejemplo, en las escuelas), es necesario tener en cuenta los plazos y los múltiples impactos de una determinada acción.

3. Durante esta actividad, deje que los alumnos comenten libremente la pertinencia de cada acción (y las razones que sustentan tal acción). Puede resultarles difícil clasificar las diferentes acciones, ya que a veces una misma acción puede estar justificada desde el punto de vista de la adaptación al cambio climático, pero no desde el punto de vista de la mitigación (por ejemplo, utilizar el aire acondicionado puede ser una buena manera de adaptarse, pero su elevado consumo de energía lo convierte en una medida poco justificada desde el punto de vista de la mitigación).

4. Cuando los alumnos hayan debatido y clasificado todas las medidas, pueden utilizar el recurso multimedia o analizar la **HOJA DE TRABAJO D4.1** para descubrir las iniciativas que ya se están aplicando.

5. Explique a los alumnos que deben emprender acciones tangibles. Ayúdeles a elegir medidas que deseen poner en práctica en el aula, con la escuela o incluso en su barrio o pueblo.

### CONCLUSIÓN 10 MIN

Para concluir, defina el proyecto que realizará la clase. A continuación se ofrecen algunos ejemplos de proyectos.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta lección es una introducción a la segunda parte del plan de lecciones. Por lo tanto, la duración de 1 hora es meramente indicativa, ya que puede llevarle más tiempo a usted y a la clase decidir qué proyecto llevar a cabo.



### AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

#### Permacultura (Guatemala)

A orillas del lago de Atitlán, el Instituto Mesoamericano de Permacultura pretende sensibilizar y educar a la población local sobre la permacultura, siguiendo los pasos de sus antepasados mayas. La permacultura es una técnica que combina diferentes cultivos en una misma parcela, aprovechando las interacciones biológicas entre diferentes especies vegetales. Es especialmente eficaz, no requiere de fertilizantes químicos contaminantes y contribuye a la conservación de la biodiversidad.



### ENERGÍA

#### Ciclismo (Países Bajos)

Ámsterdam es probablemente la capital europea más favorable a las bicicletas. Dispone de carriles bici, aparcamientos gratuitos y vías de doble sentido. El uso del coche, en cambio, está muy desaconsejado. Por ello, en esta ciudad de un millón de habitantes, más del 60 % de los desplazamientos se realizan en bicicleta.

La bicicleta es barata, no emite gases de efecto invernadero, no contribuye a la contaminación atmosférica y permite realizar un esfuerzo físico moderado muy beneficioso para la salud. Además, es uno de los medios de transporte más rápidos de la ciudad.



### ENERGÍA

#### Fútbol (España)

Estos adolescentes que juegan al fútbol en la calle probablemente no saben que están ahorrando energía (y probablemente no sea ese su objetivo!). Leer un libro, hacer deporte o reunirse con amigos son actividades mucho mejores para el medio ambiente (pero también para la salud, el ánimo y la interacción social) que sentarse frente a la pantalla de la computadora o del celular.

El almacenamiento y envío de datos desde estos dispositivos requiere mucha energía, casi tanta como el tráfico aéreo mundial. Así que, ¿por qué no desconectar de vez en cuando?





## ENERGÍA

### Repair Cafés (Francia)

¿Tirarlo a la basura?

¡Ni hablar! En una época en la que todo es desechable y la obsolescencia está programada, algunos optan por un consumo más sustentable.

Los llamados “repair cafés” (cafés de reparación), inventados en los Países Bajos, se multiplican en todo el mundo. Ya hay más de 1 500 en todos los continentes, instalados en escuelas, albergues, cafés, ayuntamientos...

En Quimper (Francia) se organizan talleres “Do it yourself” un viernes al mes a los que la gente lleva un objeto de uso cotidiano para reparar (bicicleta, cafetera, computadora, juguete, etc.). A la vez que conocen a otras personas, los vecinos pueden encontrar ayuda y aprender métodos sencillos para dar una segunda vida a sus cosas. Este enfoque también se utiliza en cursos dirigidos a jóvenes, quienes desmontan los aparatos, entienden su funcionamiento y ven cómo pueden reutilizarse. Así se ahorra energía, materias primas... ¡y también dinero!



...

## VIVIENDA

### Construcciones bioclimáticas de “baja tecnología” (Burkina Faso)

A diferencia de otras escuelas de Burkina Faso, esta escuela primaria de Gando no está construida con cemento, sino con tierra cruda. Se trata de un material localmente disponible, muy barato y que no requiere transporte ni tratamiento. Además, ofrece un gran confort térmico, ahorra mucha energía en comparación con el cemento y es 100 % reciclable.

El adobe, el pisé o el cob son técnicas de construcción con tierra cruda que existen desde hace miles de años y vuelven a estar de moda. Viviendas, escuelas, estaciones... ¡casi no hay límites!

La arquitectura bioclimática tiene en cuenta el entorno local para ofrecer a los ocupantes edificios cómodos, funcionales y eficientes en el consumo de agua y energía. Algunos edificios son muy sofisticados, pero otros, como esta escuela, utilizan materiales y técnicas ancestrales y baratas.



## VIVIENDA

### Cocinas solares (Sudán)

Recoger leña para cocinar es peligroso, requiere tiempo y es una de las principales causas de deforestación.

Esto puede evitarse utilizando cocinas solares. En una cocina solar, la luz del sol se refleja en espejos y se concentra en la olla o sartén. En regiones muy soleadas y cálidas, el calor producido es suficiente para cocinar los alimentos. Su uso permite cocinar con energía gratuita y sin emitir gases de efecto invernadero u otros contaminantes. El aire es más limpio, así como el agua, que puede hervirse fácilmente. Además, no tener que recoger leña ahorra tiempo.

Algunas ONG han promovido el uso de cocinas solares entre la población para contribuir a la conservación de los bosques y, por tanto, a la protección del clima y la mejora de la salud.





### RESILIENCIA URBANA

#### Revegetación (Australia)

Como las ciudades han sustituido los árboles y la hierba por edificios y hormigón, sus habitantes buscan cada vez más reconectar con la naturaleza y un entorno más verde. En Brisbane (Australia), las autoridades locales han fomentado la replantación de árboles y césped en el centro de la ciudad. Además de su atractivo estético, la revegetación ha permitido desarrollar la biodiversidad (la población de aves urbanas ha aumentado considerablemente), mejorar la calidad del aire, contribuir a refrescar la ciudad limitando el efecto “isla de calor urbana” y adaptarse de este modo a las consecuencias del cambio climático.

Muchas ciudades animan ahora a sus habitantes a iniciar proyectos de reforestación. En algunos casos, son las escuelas las encargadas de estos proyectos.



### ECOSISTEMAS

#### Plantación de corales (Malasia)

Aunque cubren menos del 0,1 % del lecho marino, los arrecifes de coral albergan el 30 % de la biodiversidad mundial y desempeñan un papel clave en la captura de carbono y la producción de oxígeno. Además, son muy importantes para las poblaciones locales, ya que proporcionan seguridad alimentaria y protegen las costas de la erosión causada por las olas.

Entre 1980 y 2019 ha desaparecido cerca del 30 % de los arrecifes de coral (Lista Roja de la UICN). En este contexto, muchas ONG, empresas y científicos trabajan con la población local para restaurar estos arrecifes, por ejemplo, en la isla de Tioman (Malasia). Algunos de estos proyectos se financian con programas voluntarios de compensación de carbono (¡piensa en ello la próxima vez que vuelas!).



### SENSIBILIZACIÓN

#### Felix y su organización “Plant for the Planet” (Alemania)

En 2007, Felix Finkbeiner, un niño de 9 años de Baviera, hizo una presentación en su clase sobre el cambio climático. Tras plantar el primer árbol con sus compañeros, decidió crear el proyecto “Plantar para el planeta”. A los 10 años, Félix se dirigió a los miembros del Parlamento Europeo y a los 13, pronunció un discurso en la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Diez años después, sigue participando de forma voluntaria en el desarrollo del proyecto, que actualmente cuenta con 130 empleados y 70 000 miembros en 67 países. En 2019 se plantaron casi 14 000 millones de árboles en el marco del proyecto.

En promedio, cada árbol absorbe 10 kg de CO<sub>2</sub> al año y un árbol plantado en los trópicos absorbe muchas veces esa cantidad.





## ECOSISTEMAS

### Programa Sandwatch (Trinidad y Tobago)

La escuela de primaria Mayaro se ha unido al programa Sandwatch, junto a muchas otras escuelas de todo el mundo. Al “adoptar”, monitorear y proteger la playa cercana a la escuela, participar en operaciones regulares de limpieza y estudiar la evolución de la playa, su biodiversidad, corrientes y mareas, el proyecto ha cambiado por completo la forma en que los alumnos, los padres y toda la comunidad ven el ecosistema costero.

Muchos de los antiguos alumnos de esta escuela se involucraron más tarde en estudios y actividades ambientales.

El proyecto también ha enseñado a padres, alumnos y profesores que la educación va más allá de las cuatro paredes del aula.



## SENSIBILIZACIÓN

### Escuela amazónica (Brasil)

Brasil alberga la mayor biodiversidad del mundo, pero sus bosques están entre los más amenazados. El presidente de una fundación ecologista y dos biólogos crearon en 2002 la Escola da Amazônia para concienciar a la juventud brasileña.

El programa “Un día en la selva” pretende ofrecer a los jóvenes de 11 a 14 años un contacto directo con la selva amazónica y animarlos a observar la fauna y la flora. Los adolescentes mayores (15-19 años) participan en talleres sobre ecoturismo, ganadería sustentable y desarrollo socioeconómico.

Un programa de hermanamiento vincula a las escuelas urbanas con las situadas en el límite de la selva.



## AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

### Ecoescuelas (Isla Mauricio)

El Loreton College de Isla Mauricio forma parte de la red “Eco-escuelas”, formada por más de 50 000 centros de todo el mundo. Los alumnos han construido una granja acuapónica a pequeña escala que combina el cultivo de lechugas con la piscicultura, en simbiosis. Los excrementos de los peces proporcionan nutrientes a las plantas, que a su vez filtran el agua del acuario. Se trata de una forma eficiente y sustentable de producir alimentos, especialmente en las zonas urbanas.

La Fundación para la Educación Ambiental (FEE) concede a un centro escolar el sello de “Eco-escuela” si implica los alumnos en proyectos ecológicos y sustentables dentro del centro o la comunidad. Los temas de las ecoescuelas son la biodiversidad, la naturaleza, el cambio climático, la energía, la ciudadanía global, la salud y el bienestar, la basura marina, el mar y la costa, los terrenos escolares, el transporte, los residuos y el agua.

Conozca algunos casos de proyectos exitosos dirigidos por alumnos de todo el mundo: <https://www.ecoschools.global/stories-news>



# COMPRENDEMOS

## SESIÓN DE REPASO

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, geografía, física

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 25 min
- ~ Actividad: 1 h 30

### RANGO DE EDAD

9-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Los alumnos construyen un marco conceptual en el que se presentan las bases científicas del cambio climático y sus efectos en la tierra y los servicios que ésta proporciona y descifran las relaciones de causa-efecto de los distintos fenómenos.

Asimismo, aprenden a:

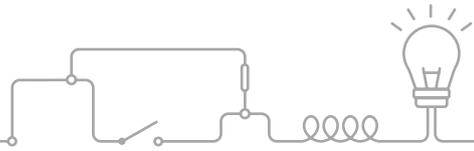
- ~ desarrollar una visión sistémica del tema;
- ~ establecer relaciones entre los 4 grandes sistemas de la Tierra: hidrósfera (agua), atmósfera (aire), geósfera (tierra) y biósfera (organismos vivos);
- ~ poner en común y relacionar todo lo que han aprendido sobre el cambio climático.

### PALABRAS CLAVE

Cambio climático, servicios ecosistémicos, sistema complejo, actividad humana, tierra

### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Marco conceptual



### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta sesión tiene dos objetivos principales:

- repasar los vínculos entre el cambio climático y la tierra que se han estudiado en sesiones anteriores, y
- comprender de qué forma estos vínculos tendrán repercusiones en los ecosistemas terrestres y en los medios de vida humanos.

Elija qué viñetas repartir a los alumnos, dependiendo de su nivel y de las lecciones de este manual que haya impartido en clase.

## INTRODUCCIÓN 20 MIN

Empiece pidiendo a los alumnos que recuerden los diferentes efectos del cambio climático en la tierra, que se han tratado en las sesiones anteriores, y anote las respuestas en la pizarra en forma de conceptos. Es probable que algunas de las ideas sugeridas por los alumnos coincidan con las viñetas proporcionadas en las **HOJAS DE TRABAJO 1 y 2**.

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Un “concepto” es un enunciado sencillo que corresponde a una idea que los alumnos deben retener (la idea debe ser validada por la comunidad científica y no ser una mera representación esquemática). Un concepto equivale a una frase. No es una palabra clave, ni una pregunta, ni una “noción” (que a menudo apela al conocimiento intuitivo). Ejemplo: “La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera está aumentando”.

## PROCEDIMIENTO 40 MIN

1. Divida la clase en grupos y entregue a cada grupo la lista de conceptos necesarios para construir la primera parte del marco conceptual (viñetas de “física del clima”, **HOJA DE TRABAJO 1**). Si algunos de los conceptos sugeridos por los alumnos son pertinentes, pero no están en la lista proporcionada, deje que añadan una nueva pegatina (post-it) por cada concepto sugerido y validado por la clase.

## PREPARACIÓN 25 MIN

### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO 1 y 2**
- Una hoja grande de papel para cada grupo (para pegar las etiquetas del marco conceptual)
- Pegamento
- Post-its

### PREPARACIÓN DE LA SESIÓN

1. Imprima las **HOJAS DE TRABAJO 1 y 2** (1 copia para cada grupo de 3-4 alumnos).
2. Recorte las diferentes viñetas y agrúpelas por colores.

2. Pida a los alumnos que coloquen las pegatinas en un orden lógico, indicando los vínculos entre los conceptos mediante flechas. Las flechas pueden significar “lleva a” o “se debe a”.

3. Una vez que los alumnos logren poner las viñetas de “física del clima” en un orden lógico, entrégueles las viñetas de “agua” de la **HOJA DE TRABAJO 1** y luego haga lo mismo con cada serie de viñetas de ambas hojas de trabajo.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Dependiendo del nivel de sus alumnos, puede darles las etiquetas serie por serie o todas de una vez.

4. Explique a los alumnos que, cuando reciban un nuevo juego de pegatinas, deberán relacionarlas con las anteriores.

5. Un representante de cada grupo presenta su marco conceptual.

### CONCLUSIÓN 30 MIN

Compare y comente los diferentes marcos conceptuales (en la página siguiente se ofrece un ejemplo) y hable de cómo el cambio climático afecta a muchos aspectos de nuestras vidas y a otras especies. También puede aprovecharse el debate para profundizar en las consecuencias sociales del cambio climático. Algunas poblaciones pueden adaptarse, pero otras no: *¿De qué depende la capacidad de adaptación? ¿De los recursos? ¿Del nivel de educación? ¿De otros factores?* Como consecuencia del cambio climático, algunas personas tendrán que emigrar y pasarán a ser refugiados climáticos.

Dependiendo del tiempo del que disponga, se puede terminar el debate pidiendo a los alumnos que imaginen soluciones para reducir los impactos del cambio climático. Por ejemplo, si cambiamos nuestra dieta, podemos reducir los efectos de la agricultura en la deforestación. *¿Cómo repercute positivamente esto en el clima y cuál sería el impacto en las actividades humanas?*

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta actividad también ayuda a evaluar lo que los alumnos han aprendido en las sesiones anteriores. Los errores o las lagunas de conocimientos pueden aprovecharse para profundizar en determinados conceptos y recordar la secuencia lógica, que puede haber sido mal retenida o no comprendida del todo. Para esta actividad, no hay una única respuesta correcta y los marcos conceptuales elaborados por los grupos pueden ser todos diferentes. Lo que importa es el proceso de reflexión que se lleva a cabo en la organización y vinculación de los conceptos. El objetivo principal es que los alumnos puedan debatir entre ellos en grupos y explicar lo que han entendido sobre el tema. Por ello, es esencial crear un ambiente en el que puedan debatir libremente sin miedo a equivocarse.

#### AMPLIACIÓN OPCIONAL

Se puede trabajar con el profesor de artes visuales para crear una pintura mural que ilustre los efectos del cambio climático en la tierra, teniendo en cuenta a los seres humanos y a otros seres vivos.



Presentación delante de toda la clase

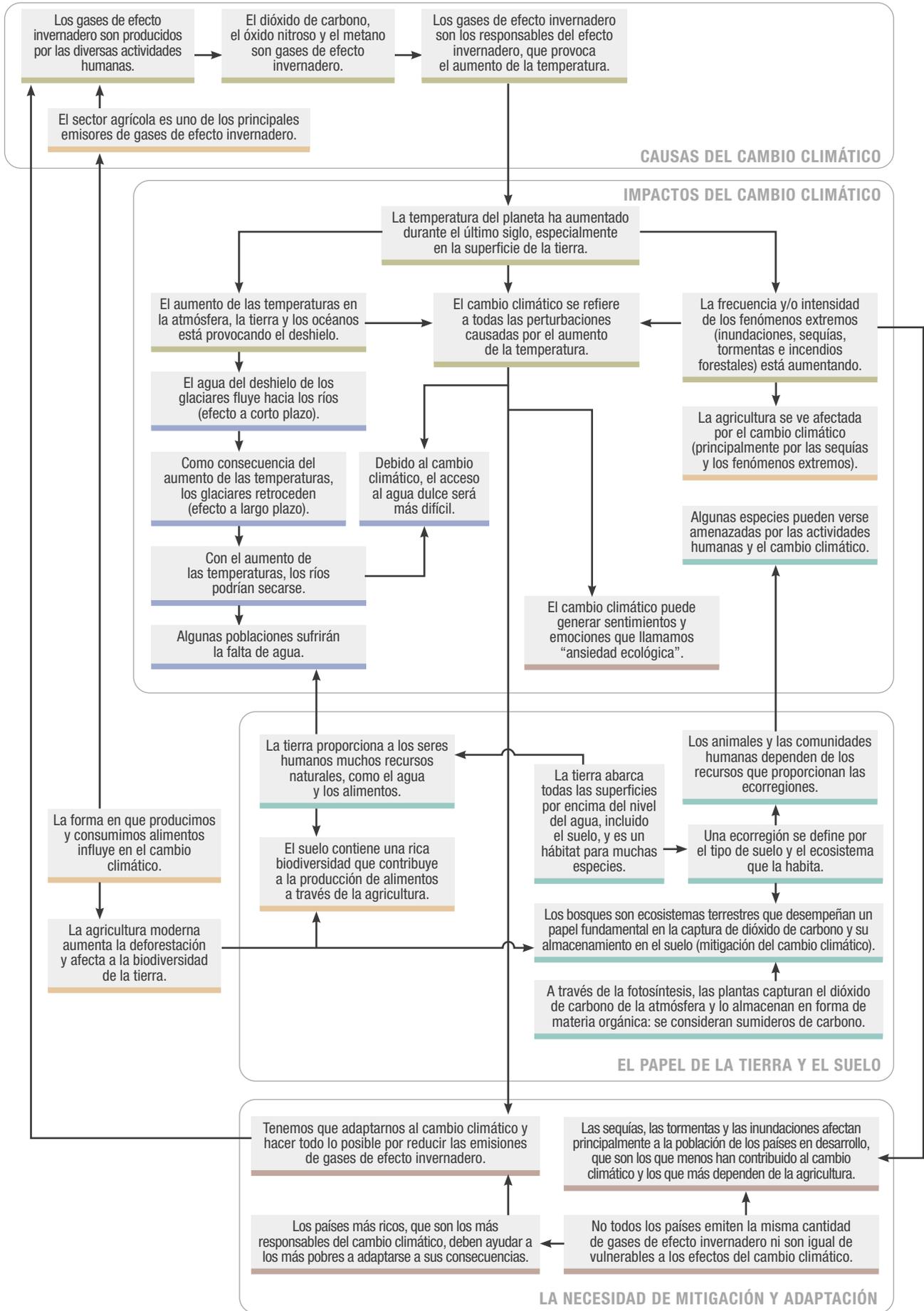
### INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

Esta sesión se basa en la construcción de un marco conceptual, que incluye los conceptos fundamentales del cambio climático formulados con frases sencillas y claras (una viñeta corresponde a un concepto). Sus alumnos tendrán que conectar los conceptos mediante enlaces lógicos (“esto ocurre por aquello”). Esto les dará una visión general del tema “El cambio climático y la tierra” y también les permitirá repasar lo que han aprendido en las sesiones anteriores.

Estos son algunos principios en los que se basan los marcos conceptuales:

- Se trata de una lista de conceptos científicos organizados según unos vínculos lógicos.
- Los conceptos están redactados con frases cortas y sencillas, en consonancia con el nivel de expresión que se espera de los alumnos.
- El marco puede utilizarse como un mapa mental que resume y concluye esta primera parte del manual.

UNA DE LAS MUCHAS SOLUCIONES DE MARCO CONCEPTUAL POSIBLES:



Categorías:

- El cambio climático y el ser humano
- Agricultura
- Física del clima
- Tierra y biodiversidad
- Agua



# HOJA DE TRABAJO 1

## FÍSICA DEL CLIMA

El dióxido de carbono, el óxido nítrico y el metano son gases de efecto invernadero.



La frecuencia y/o intensidad de los fenómenos extremos (inundaciones, sequías, tormentas e incendios forestales) está aumentando.



Los gases de efecto invernadero son producidos por las diversas actividades humanas.



El cambio climático se refiere a todas las perturbaciones causadas por el aumento de la temperatura.



El aumento de las temperaturas en la atmósfera, la tierra y los océanos está provocando el deshielo.



La temperatura del planeta ha aumentado durante el último siglo, especialmente en la superficie de la tierra.



Los gases de efecto invernadero son los responsables del efecto invernadero, que provoca el aumento de la temperatura.



## AGUA

El agua del deshielo de los glaciares fluye hacia los ríos (efecto a corto plazo).



Con el aumento de las temperaturas, los ríos podrían secarse.



Algunas poblaciones sufrirán la falta de agua



Debido al cambio climático, el acceso al agua dulce será más difícil.



Como consecuencia del aumento de las temperaturas, los glaciares retroceden (efecto a largo plazo).



## CAMBIO CLIMÁTICO Y SERES HUMANOS

El cambio climático puede generar sentimientos y emociones que llamamos "ansiedad ecológica".



Tenemos que adaptarnos al cambio climático y hacer todo lo posible por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.



Los países más ricos, que son los más responsables del cambio climático, deben ayudar a los más pobres a adaptarse a sus consecuencias.



No todos los países emiten la misma cantidad de gases de efecto invernadero ni son igual de vulnerables a los efectos del cambio climático.



Las sequías, las tormentas y las inundaciones afectan principalmente a la población de los países en desarrollo, que son los que menos han contribuido al cambio climático y los que más dependen de la agricultura.





## HOJA DE TRABAJO 2

### TIERRA Y BIODIVERSIDAD

Algunas especies pueden verse amenazadas por las actividades humanas y el cambio climático.



Una ecorregión se define por el tipo de suelo y el ecosistema que la habita.



La tierra abarca todas las superficies por encima del nivel del agua, incluido el suelo, y es un hábitat para muchas especies.



La tierra proporciona a los seres humanos muchos recursos naturales, como el agua y los alimentos.



Los animales y las comunidades humanas dependen de los recursos que proporcionan las ecorregiones.



Los bosques son ecosistemas terrestres que desempeñan un papel fundamental en la captura de dióxido de carbono y su almacenamiento en el suelo (mitigación del cambio climático).



A través de la fotosíntesis, las plantas capturan el dióxido de carbono de la atmósfera y lo almacenan en forma de materia orgánica: se consideran sumideros de carbono.



### AGRICULTURA

La agricultura moderna aumenta la deforestación y afecta a la biodiversidad de la tierra.



El suelo contiene una rica biodiversidad que contribuye a la producción de alimentos a través de la agricultura.



La forma en que producimos y consumimos alimentos influye en el cambio climático.



La agricultura se ve afectada por el cambio climático (principalmente por las sequías y los fenómenos extremos).



El sector agrícola es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero.





**ACTUAMOS**

PARTE II: PLAN DE LECCIONES

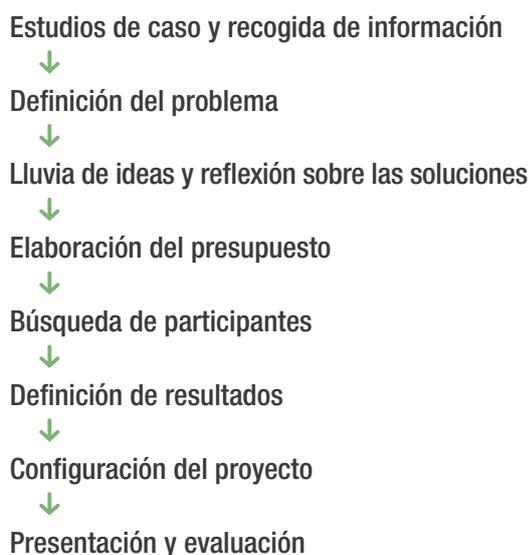
# ACTUAMOS #PROYECTOS

Esta sección del manual está basada en proyectos y enfocada en soluciones. En ella se fomenta la implementación de proyectos para dar a los alumnos la oportunidad de poner en marcha medidas de mitigación u opciones de adaptación al cambio climático, así como de participar en la investigación sobre el clima y concienciar sobre el cambio climático. Según el contexto y la disponibilidad de tiempo o recursos, se pueden considerar distintos tipos de proyecto.

Aquí proponemos algunos ejemplos que se han llevado a cabo en distintas escuelas y han contado con la participación de alumnos, profesores, expertos, familias, artistas, etc. No serán necesariamente los más relevantes para su contexto, pero le darán una idea del tipo de proyecto que podría llevar a cabo con sus alumnos. La lección D4 (pág. 222) también ofrece ejemplos de múltiples soluciones que ya se están implementando en todo el mundo y que pueden servir de inspiración para diseñar su propio proyecto.

## ¡DISEÑE SU PROPIO PROYECTO!

En general, todos los proyectos siguen los mismos pasos. Solo la duración del proyecto puede variar, dependiendo del tema elegido:



En primer lugar, presentamos un programa, el “clima-tón”, consistente en una metodología completa para animar a sus alumnos a idear su propio proyecto, con su ayuda. Los alumnos pueden trabajar en muchos tipos de proyecto, desde la mitigación y la adaptación hasta la sensibilización.

Seguidamente se muestran varios proyectos de adaptación (Oasis, huertos familiares), mitigación (biodigestores, acuaponía, huertos familiares), ciencia ciudadana (guardianes de árboles) y sensibilización (Orbis). Un mismo proyecto puede abarcar una o varias de estas cuatro categorías. Así, muchos proyectos destinados a mitigar el cambio climático suelen tener un doble impacto y ser también proyectos de adaptación. Por ejemplo, mejorar el aislamiento de los edificios puede ayudar a hacer frente a las olas de calor (adaptación) y, a la vez, a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los aparatos de aire acondicionado (mitigación).

Una vez que usted y/o su clase hayan decidido el proyecto que van a realizar, deberán elaborar una hoja de ruta para tener una visión clara de los objetivos, las diferentes partes interesadas, las etapas clave y la duración. Esta hoja de ruta podría responder a algunas de las preguntas que se plantean a continuación, definir la conclusión del proyecto y especificar cuál será el resultado para usted como docente, para los alumnos y para la escuela:

*¿Es un proyecto que puede ejecutarse durante varios años (como los proyectos 3 y 6)?*

*¿El proyecto requiere la colaboración con otras estructuras (institutos de investigación, como en el proyecto 6, o ayuntamientos, como en el proyecto 2) y, por tanto, algún tipo de informe de seguimiento?*

*¿El proyecto se presenta a un jurado (proyecto 7)?*

*¿Es un proyecto que involucra a las familias y las comunidades (proyectos 4 y 5)?*

En función de las respuestas a estas preguntas, el resultado del proyecto y la comunicación sobre el mismo con los distintos participantes serán más o menos diferentes.

Para desarrollar su propio proyecto, inspírese en el siguiente plan de acción para crear un proyecto sustentable:

### PLAN DE ACCIÓN PARA CONSTRUIR UN PROYECTO SUSTENTABLE <sup>1</sup>

OBJETIVO	ESTADO INICIAL		COMPONENTES DEL CAMBIO	
¿Cuál es el resultado deseado para nuestra escuela?	¿Cuáles son las características de nuestro centro en este momento?		¿Qué deberá cambiarse para lograr el objetivo?	
OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS	PARTES INTERESADAS	AGENTES DEL CAMBIO Y LÍDERES DE OPINIÓN		HERRAMIENTAS
¿Qué dificultades se interponen en nuestro camino?	¿A quiénes afectará el cambio?	¿Quién puede ayudarnos a cambiar las cosas?		¿Cómo podemos hacerlo?
CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO		LARGO PLAZO	
¿Qué haremos en las próximas semanas?	¿Qué haremos en los próximos meses?		¿Qué haremos en los próximos años?	

## EVALUACIÓN

Es importante definir de antemano una forma de evaluar el proyecto. Puede tratarse de una evaluación de los alumnos, pero también puede ser una evaluación del proyecto por parte de los alumnos, que en muchos casos puede adoptar la forma de presentaciones de su trabajo.

Una buena forma de evaluar sus sentimientos, habilidades y motivaciones es pedirles que expresen sus intenciones antes de empezar un proyecto (por ejemplo, al final del primer día del climatón, proyecto 1). Pídeles que lleven un registro escrito o una grabación de ese día y que, al final del proyecto, hagan una presentación describiendo sus acciones y resultados. Lo mejor es organizar una jornada formal dedicada a este evento, invitando a las familias y a las partes interesadas en el proyecto. En ese contexto puede pedirse a los alumnos que se remitan a su lista de intenciones y hablen de los aspectos en los que tuvieron éxito y de aquellos en los que encontraron dificultades y de cómo las superaron.

Otras formas de animar a los alumnos a reflexionar sobre su proyecto es pedirles que hablen de él a través de entrevistas, fotografías, grabaciones de vídeo, comunicados de prensa, etc. Este proceso de información los animará a movilizar sus conocimientos sobre el tema y a reflexionar sobre su propia experiencia y habilidades, que pueden haber cambiado con el tiempo gracias al proyecto.

También puede evaluar el impacto del proyecto en la escuela o en el entorno cercano de los alumnos mediante una encuesta. Considere la posibilidad de hacer una encuesta antes y después del proyecto: esto le permitirá ver, por ejemplo, si algún hábito arraigado desde hace tiempo ha cambiado.

<sup>1</sup> Inspirado en Redman (2013), Opportunities and challenges for integrating sustainability education into k-12 schools: case study phoenix, *Journal of Teacher Education for Sustainability*, vol. 15 (2): pp. 5–24.

## LISTA DE PROYECTOS

<p><b>#1 Climatón</b>  <b>Metodología</b>          Se organiza una jornada especial sobre un tema específico relacionado con un problema ligado al cambio climático que despierta un interés local. A lo largo del día, los alumnos participan en reuniones, realizan experimentos y debaten con expertos en el tema. También trabajan en equipo para generar ideas para su propio proyecto. Al final de la jornada, presentan una idea concreta para un proyecto que llevarán a cabo durante el curso escolar.</p>	<p>pág. 237</p>
<p><b>#2 Oasis</b>  <b>Adaptación</b>          Este es un ejemplo de un gran proyecto coordinado para hacer más agradables los patios de los colegios cuando se producen olas de calor. Una iniciativa especialmente importante en París, donde este proyecto, dirigido por el ayuntamiento, invita a las escuelas a transformar sus patios de recreo en espacios verdes y más naturales. Es una forma eficaz de adaptar el entorno escolar a las islas de calor urbanas.</p>	<p>pág. 239</p>
<p><b>#3 Acuaponía</b>  <b>Mitigación y adaptación</b>          ¡Monte sus propias piscifactorías combinadas con el cultivo de hortalizas! Aquí presentamos varios proyectos que utilizan un sistema de acuaponía en la escuela. La acuaponía se basa en la interacción entre peces, bacterias y plantas. Es un ejemplo eficaz de proyecto científico y tecnológico destinado a ayudar a reducir el consumo de energía y el uso de la tierra para la agricultura y a permitir la producción de alimentos en un contexto urbano.</p>	<p>pág. 241</p>
<p><b>#4 Biodigestores</b>  <b>Mitigación</b>          Los biodigestores, que producen gas para cocinar, animan a las familias a adoptar hábitos culinarios más sustentables. Este proyecto es un buen ejemplo de algo que los alumnos pueden realizar en el aula y que tiene una importancia real en el día a día para ayudar a luchar contra el cambio climático.</p>	<p>pág. 243</p>
<p><b>#5 Huertos familiares</b>  <b>Mitigación y adaptación</b>          Muchas escuelas cerraron sus puertas durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19. Este proyecto ofrece a los alumnos la oportunidad de montar huertos en casa y, con ello, llevar a cabo medidas concretas que promueven la producción local de alimentos y el intercambio de conocimientos y hábitos alimentarios locales. Es un buen ejemplo de cómo involucrar a todo el entorno cercano del alumno. También muestra cómo se puede poner en marcha y dar continuidad a proyectos en casa.</p>	<p>pág. 245</p>
<p><b>#6 Guardianes de árboles</b>  <b>Ciencia ciudadana</b>          Sabemos que el cambio climático tiene un impacto en el funcionamiento de los ecosistemas, pero aún no lo sabemos todo en este ámbito. Los investigadores descubren constantemente nuevas implicaciones del cambio climático en la biodiversidad, pero para ello necesitan datos y observaciones del público. Aquí proponemos llevar a cabo un proyecto científico participativo en el que los alumnos realizan una investigación real sobre el impacto del cambio climático en la depredación de las orugas.</p>	<p>pág. 247</p>
<p><b>#7 Orbis</b>  <b>Sensibilización</b>          Este proyecto audiovisual realizado por alumnos ganó el primer premio del “Festival des Vocations” de 2021, el cual promueve proyectos orientados al cuidado del medio ambiente. Se trata de un buen ejemplo de proyecto de sensibilización en el que participan tanto la escuela como artistas profesionales. El proyecto fue iniciado y realizado en su totalidad por los alumnos.</p>	<p>pág. 249</p>

# #1 PROYECTO DE METODOLOGÍA CLIMATÓN

## MATERIAS PRINCIPALES

Cualquier desafío local relacionado al cambio climático

## GRUPO DE EDAD

8-18 años

## PARTICIPANTES

Profesores, comunidades, expertos locales



Un “climathon” (contracción de “climate” y “hackathon”) es una iniciativa puesta en marcha por la organización Climate-KIC (<https://www.climate-kic.org/>). Este tipo de proyecto dura varios meses y se divide en dos grandes etapas: **una jornada de “climatón”,** destinada a idear **soluciones a un reto local relacionado con el cambio climático,** y una **jornada dedicada a la difusión de resultados y la retroalimentación.**

En 2021 se organizaron tres climatones en Estrasburgo (Francia) —uno de ellos al otro lado de la frontera, en Friburgo (Alemania)— con la colaboración de una estructura científica local (*la Maison pour la science d’Alsace*), la OCE y profesores muy motivados. Cada escuela se centró en un tema específico y participaron hasta 30 alumnos.

- **Movilidad:** cómo idear formas alternativas de ir a la escuela para reducir la huella de carbono asociada a los medios de transporte existentes.
- **Efecto isla de calor urbano:** cómo reducir el efecto isla de calor urbano en el barrio de la escuela.
- **Sensibilización sobre el cambio climático:** cómo concienciar a los alumnos sobre el cambio climático.
- **Restauración colectiva:** cómo reducir la huella ecológica del comedor escolar.

Durante la jornada del climatón, los alumnos pudieron hablar con expertos de distintos ámbitos (climatología, urbanismo, movilidad, etc.) para familiarizarse con el desafío específico que iban a abordar.

La segunda parte de la jornada se centró en el trabajo en equipo y la reflexión sobre las diferentes soluciones y su puesta en práctica (*¿Quién participará? ¿Cuánto costará? ¿Qué pasos deberán seguirse?*).

## TESTIMONIO

### PAUL KOPP, PROFESOR DE BIOLOGÍA

*Estamos acostumbrados a poner en marcha una serie de iniciativas de desarrollo sustentable y, de hecho, hemos recibido un distintivo francés otorgado a escuelas comprometidas con este enfoque. En este contexto, ya hemos invitado varias veces a uno o dos colaboradores para una actividad concreta, pero nunca a tantos al mismo tiempo y en el mismo día [como durante el climatón].*

Al final de la jornada del climatón, algunas escuelas pidieron a un jurado que votara la solución más relevante. El premio fue para un certamen que animaba a los vecinos a poner plantas en sus balcones, con el fin de combatir el efecto isla de calor urbano.

El siguiente paso, tanto para los profesores como para los alumnos, es trabajar en la puesta en práctica real del proyecto, con o sin la participación de las diferentes partes interesadas, todo ello con el objetivo de presentar los resultados durante la jornada de retroalimentación, al final del curso escolar.



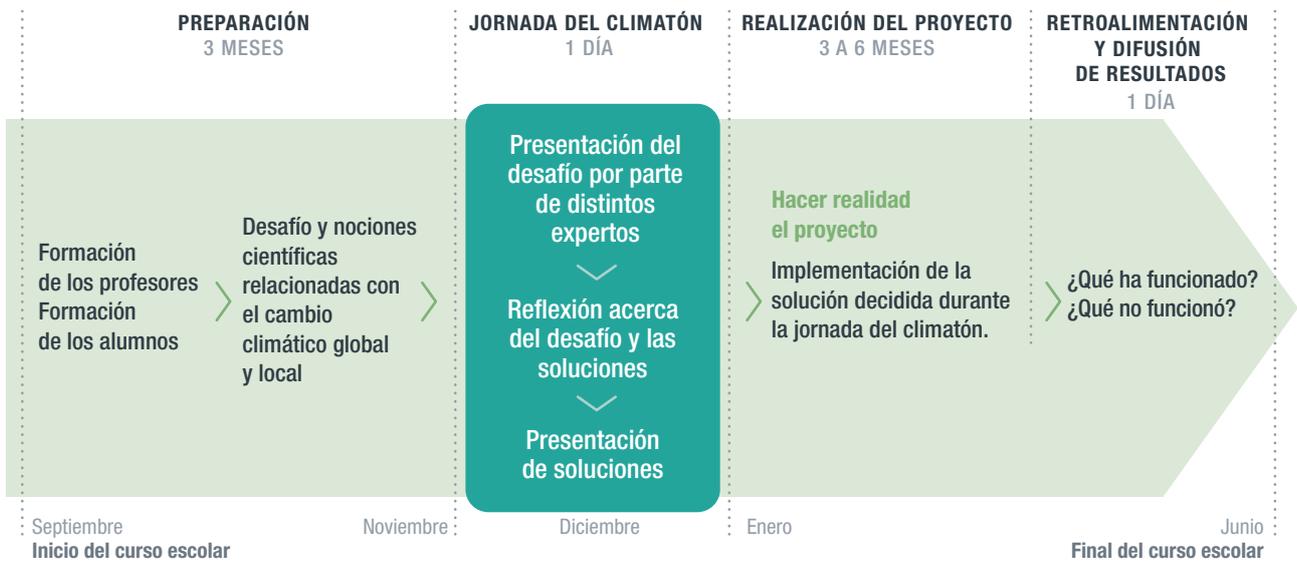
Grupo de alumnos trabajando en un experimento para demostrar el efecto invernadero



### TESTIMONIO OLIVIER DORVAUX, FÍSICO

Organizamos una sesión de preguntas y respuestas bastante interactiva con los alumnos. Trabajaron realmente bien y fue muy agradable. Por la tarde, trabajé con ellos el tema del equilibrio del carbono: ¿hay formas de reducir el CO<sub>2</sub> y formas de capturarlo? ¿Resolveríamos el problema si consiguiéramos capturar todos los gases de efecto invernadero emitidos por la producción de energía? La respuesta es sí, pero la cuestión es saber cómo captarlos, cómo funciona el proceso y ver si es eficaz. Es una respuesta idealista, pero sabemos que hay varias formas de capturar el CO<sub>2</sub>. En cualquier caso, sentí que estaba siendo útil como científico.

## CALENDARIO



## #2 PROYECTO DE ADAPTACIÓN

# OASIS

### MATERIAS PRINCIPALES

Patios de recreo, naturaleza en la ciudad, islas de calor urbano, fenómenos meteorológicos extremos

### GRUPO DE EDAD

6-12 años

### PARTICIPANTES

Profesores, ayuntamientos, familias, arquitectos, urbanistas



Una de las consecuencias del cambio climático es que las olas de calor son cada vez más frecuentes, más prolongadas y más intensas. En muchas grandes ciudades, esto puede verse agravado por una alta densidad de edificios y superficies de hormigón en detrimento de los espacios verdes. En ciudades como París, Lyon, Bruselas o Barcelona, los recintos escolares son tradicionalmente grandes superficies de hormigón con poca vegetación y solo algunos árboles. Desde hace algunos años y a iniciativa de ayuntamientos y asociaciones, en estas grandes ciudades se han multiplicado los proyectos para **rediseñar los recintos de las escuelas, eliminando el hormigón e introduciendo más vegetación.**

Es el caso del **proyecto Oasis** en París. Un equipo de urbanistas y arquitectos se reunió con profesores de diferentes escuelas y propuso llevar a cabo un trabajo conjunto con los alumnos para diseñar un nuevo patio de recreo. Se organizaron numerosos talleres en el aula para que los alumnos **comprendieran las cuestiones relacionadas con la planificación del espacio, la noción de cambio climático y la necesidad de cambiar los espacios exteriores de las escuelas.** Los alumnos hicieron sus propias propuestas a partir de las cuales trabajaron los arquitectos hasta llegar al diseño final del patio de la escuela. El dispositivo permitió la realización de proyectos en clase que requirieron la participación de los alumnos en todo el proceso.

En el marco del **proyecto “Chaud Devant”**, las escuelas de la región de Lyon entraron en contacto con investigadores en climatología y urbanismo para **probar diferentes diseños de patios escolares y encontrar el más adecuado para regular la temperatura.** El proyecto permitió a los alumnos investigar mediante la experimentación y, a partir de sus resultados, poner en práctica un proyecto de adaptación a las alteraciones climáticas.

Además de los beneficios de la adaptación a las olas de calor, estos proyectos en los patios escolares también permitieron **desarrollar iniciativas relacionadas con la producción de alimentos** (huertos, árboles frutales), **descubrir y restaurar suelos degradados**, pero también, **luchar contra las desigualdades de género**, dado que se propusieron las mismas actividades a todos los alumnos.

Por último, estos proyectos están abiertos a los vecinos del barrio y a las familias de los alumnos, que pueden disfrutar de estos espacios naturalizados fuera del curso escolar.



Patio cubierto de mantillo en un suelo abierto



Espacios ocultos que permiten a los alumnos estar en contacto con la naturaleza

## CALENDARIO

El proyecto Oasis se desarrolló a lo largo de tres años y en tres fases (preparación, consulta y ejecución):

- una fase de codiseño con alumnos y el cuerpo docente al comienzo, durante el primer trimestre del primer año;
- una larga fase de consulta con el entorno circundante (familias, vecinos del barrio) durante el resto del año;
- finalización de las obras durante las vacaciones de los alumnos.

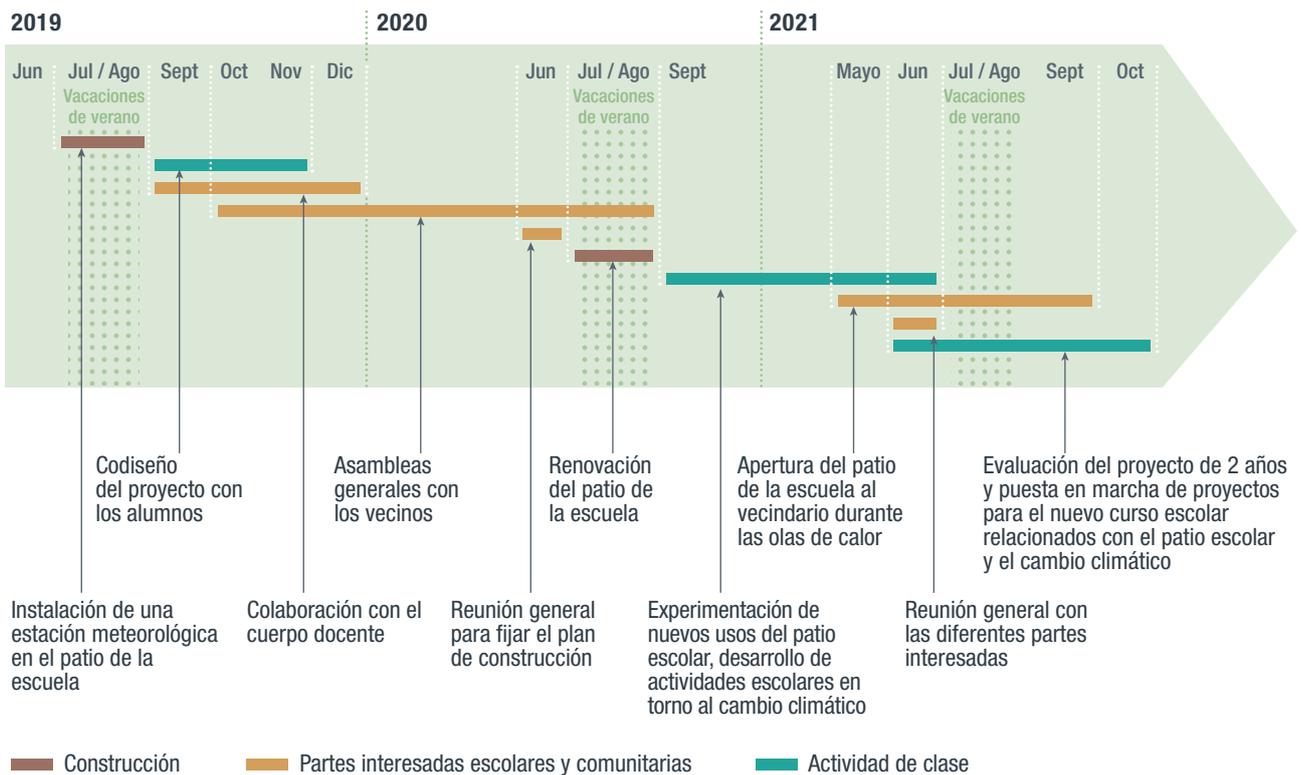
A lo largo del siguiente curso escolar se llevaron a cabo numerosas actividades educativas en el nuevo patio y, en las vacaciones de verano, el espacio estuvo abierto a los vecinos del barrio durante las olas de calor. Por último, a comienzos del tercer año se realizó la evaluación del proyecto.



## TESTIMONIO

**RAPHAËLLE THOLLIER, DIRECTORA DEL PROYECTO OASIS, PARÍS**

*Tras el proyecto Oasis, los patios ofrecen un espacio más natural y más vegetación, una mejor gestión de las aguas pluviales y los puntos de agua, además de más instalaciones lúdicas adaptadas a las necesidades de los alumnos, todo ello con miras a la refrigeración urbana, la restauración del ciclo del agua y la mejora del bienestar de los usuarios de este espacio. Diseñadas como auténticas islas de frescor en medio de la ciudad, estos patios también acogen a un público más amplio fuera del horario escolar y pueden servir como refugio para las personas vulnerables durante las olas de calor. Por último, el proyecto ha sido una buena ocasión para que la comunidad educativa y los alumnos tomen conciencia y participen en un proyecto concreto de lucha contra el cambio climático.*



## #3 PROYECTO DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

# ACUAPONÍA

### MATERIAS PRINCIPALES

Energía, agricultura, ciclo del agua

### GRUPO DE EDAD

8-18 años

### PARTICIPANTES

Profesores, investigadores, ingenieros, aficionados, alumnos, etc.



Los sistemas de acuaponía son estructuras que combinan la producción de peces y de plantas u hortalizas. El agua es filtrada por las plantas, las cuales se alimentan de los nutrientes contenidos en los excrementos de los peces, gracias a la acción de las bacterias. De ese modo, los peces se benefician de un agua depurada de elementos tóxicos para ellos. En las escuelas se pueden construir pequeñas estructuras para experimentar con este ecosistema real.

Varias escuelas han utilizado la acuaponía como método para impartir asignaturas de ciencias y tecnología, así como para practicar la enseñanza basada en proyectos y desarrollar la autonomía de los alumnos. En Francia y en Quebec, varias escuelas de primaria y secundaria han puesto en marcha proyectos de diversa envergadura en torno a la acuaponía, desde un pequeño tanque que combina alevines (peces jóvenes) o peces rojos y plantas aromáticas hasta tanques de varios cientos de litros de agua.

Así, en el instituto de secundaria **Albert Camus de Clermont-Ferrand** (Francia) se instaló un **tanque de acuaponía de 600 litros para criar varios kilos de truchas** en el marco de un proyecto multidisciplinar en el que participaron varias clases. Asimismo, en las islas francesas de **San Pedro y Miquelón**, varias escuelas de primaria y secundaria han instalado **tanques para cultivar lechugas y tomates**. En

estas islas, donde la agricultura es muy complicada debido a las condiciones climáticas, la acuaponía se presenta como una solución técnicamente viable.



© Guillaume Rech

### TESTIMONIO

**SÉBASTIEN BARON, PROFESOR**

*Este proyecto da sentido al aprendizaje al contextualizar los conocimientos y las habilidades adquiridas en ciencias y humanidades. Los alumnos aprenden a trabajar de forma colaborativa, con un objetivo común, y a idear una solución colectiva, necesariamente condensada, de adaptación al cambio climático.*

En efecto, gracias a su tamaño compacto, su escaso aporte de agua y su alto rendimiento proteínico, la acuaponía es un sistema de cultivo capaz de responder a los numerosos retos que plantea el cambio climático, entre otros, la **reducción de la presión de la agricultura sobre la tierra y el desarrollo de una producción agrícola local**, incluso en regiones de baja productividad, con el fin de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas al transporte.

Los proyectos se suelen iniciar a partir de la colaboración entre científicos y/o asociaciones y profesionales de la acuaponía, pero **la creación de un sistema sencillo está al alcance de un equipo docente**. Los costes son relativamente bajos, aunque es necesaria una inversión de material inicial: unos 2000 euros para un sistema grande y eficiente (véase el diagrama explicativo más abajo para saber qué material se necesita).

El objetivo del proyecto es poner a los alumnos en el centro del desarrollo, la confección y el seguimiento del sistema. Su ventaja es que anima a los alumnos a colaborar y a utilizar los conocimientos que han adquirido en ciencias y estudios sociales.



Alumnas del instituto de secundaria Julienne Farenc de Dombasle sur Meurthe (Francia) trabajando en la calidad del agua y el pH, en el marco de un proyecto de acuaponía llevado a cabo en San Pedro y Miquelón, ayudados por un científico (Fabrice Teletchea en la foto) y un profesor de biología (Maxime Aubert).

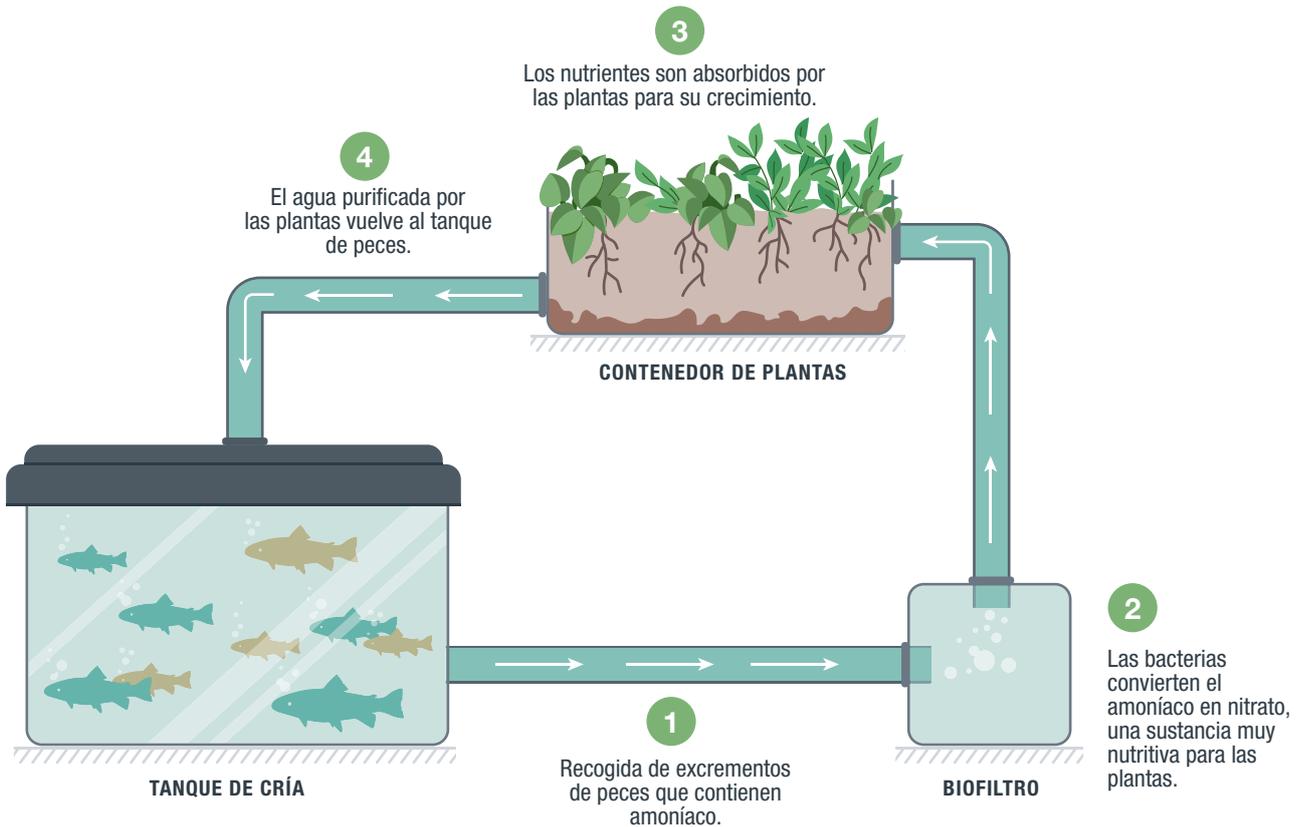
Fuente: <https://la1ere.francetvinfo.fr/autonomie-alimentaire-aquaponie-atout-outr-mer-689736.html>



**TESTIMONIO**  
**FABRICE TELETCHEA, INVESTIGADOR**

*La acuaponía es un sistema innovador que permite producir durante todo el año peces, plantas y hortalizas sin necesidad de tierra. En este sentido, es un sistema especialmente adecuado para las zonas urbanas (locales vacíos, sótanos) y las regiones en las que el cultivo en campo abierto es complicado (clima desfavorable, suelo pobre). Además, es una gran herramienta educativa para estudiar diferentes nociones de biología vegetal y piscícola, ecosistemas y, en general, de desarrollo local y economía circular.*

**CÓMO CONSTRUIR UN SISTEMA DE ACUAPONÍA**



Fuente: Poliway (adaptación)

<http://www.polyway.fr/content/!%E2%80%99essor-de-!%E2%80%99aquaculture-%C3%A9coresponsable-dans-!%E2%80%99hexagone>

## #4 PROYECTO DE MITIGACIÓN

# BIODIGESTORES

### MATERIAS PRINCIPALES

Deforestación, energía sostenible, reciclaje, salud

### GRUPO DE EDAD

12-18 años

### PARTICIPANTES

Profesores, comunidades, expertos locales



Los alumnos de la **escuela de secundaria Emilio Sánchez Piedras** llevaron a cabo este proyecto para atender diversos problemas técnicos y de salud en el municipio de San Francisco Tetlanohcan, ubicado en el Estado de Tlaxcala (México). El tradicional fuego de leña que todavía utilizan algunas familias para cocinar desprende un humo que contamina los interiores, provocando problemas de salud y enfermedades respiratorias crónicas, como neumonía en niños pequeños y enfisema pulmonar en ancianos, pero también enfermedades oculares como desprendimiento de retina y cáncer. Además, la necesidad de leña para cocinar fomenta la deforestación y la quema de madera libera  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, dos hechos que explican el importante impacto que tiene esta práctica en el cambio climático. Con todo, esta forma de cocinar sigue siendo habitual en estas zonas, dado que el precio del gas es bastante elevado en comparación con el salario de subsistencia promedio.

Los alumnos, líderes de esta iniciativa, involucraron a la comunidad por medio de talleres en los que ofrecieron información y asesoramiento sobre **estufas ahorradoras de leña y biodigestores construidos con materiales locales y reciclados y adaptados a las necesidades de cada familia.**

**Un biodigestor es un sistema que produce gas inflamable (metano,  $\text{CH}_4$ ) a través de un proceso de fermentación bacteriana** resultante de la descomposición de la materia orgánica en un ambiente anaeróbico (un tanque sellado sin oxígeno). El proyecto se basa en la gestión integral del estiércol del ganado utilizado para hacer funcionar los biodigestores. **Así se fomenta la creación de energía limpia y se evita la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el impacto del cambio climático y mejorando la salud de las familias.**

El proyecto se inició en 2017 y seguía en marcha en 2021. Aborda al menos 4 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fijados por la Asamblea General

de la ONU en 2015: salud y bienestar, energía asequible y no contaminante, ciudades y comunidades sostenibles y acción climática.

El enfoque pedagógico utilizado en este proyecto fue el aprendizaje basado en problemas y siguió ocho pasos:

#### 1 Identificación y delimitación del tema o problema

Las mujeres padecían enfermedades respiratorias debido a la inhalación del humo generado al cocinar en fuegos abiertos, que es una tradición, pero también una consecuencia del alto precio del gas que también provoca deforestación.

#### 2 Búsqueda, recogida y análisis de datos

Los alumnos realizaron varias encuestas para determinar cuántas familias compraban o seguían haciendo sus propias tortillas, cuántas utilizaban leña, gas o ambos para hacerlas, con qué frecuencia utilizaban el gas y cuánto había subido el precio del gas en relación con el salario mínimo estatal.

#### 3 Definición del objetivo

#### 4 Búsqueda y selección de alternativas

Se identificaron y compararon dos modelos de estufa diferentes para elegir el más adecuado a la situación.

#### 5 Planificación

Los alumnos definieron los costes, los materiales necesarios, los plazos, etc.

#### 6 Ejecución del método seleccionado

#### 7 Evaluación

Tras comprobar que las estufas y los biodigestores funcionaban correctamente, los alumnos realizaron una nueva encuesta para determinar la frecuencia con la que las familias que utilizaban estufas ahorradoras de leña compraban bombonas de gas. Los resultados mostraron que, efectivamente, hubo una reducción significativa del consumo de gas.

#### 8 Comunicación

Una vez evaluada la estufa, los alumnos la promocionaron invitando a otras clases y a los padres a una presentación en la que explicaron la planificación y ejecución del proyecto y el uso de la estufa ahorradora de leña. Se fijó como objetivo a medio plazo asesorar y apoyar a las madres en la fabricación de sus propias estufas y biodigestores.



### TESTIMONIO ISIS FLORES, PROFESORA

Debo reconocer que, al principio, los alumnos se tomaron el proyecto como una simple actividad escolar, una tarea o, en este caso, la participación en una demostración. Sin embargo, una vez que vivieron la experiencia de mostrar y publicar los resultados de sus investigaciones cambió su punto de vista y el mío también, ya que en ese momento solo llevaba dos años como profesora. Nos dimos cuenta de que un proyecto de este tipo no debía limitarse al aula y ser una mera prueba de habilidades: para que los alumnos le encontraran un verdadero sentido, debía traspasar los muros de la escuela, tenía que ser útil para la comunidad y eso fue lo que ocurrió. Cuando se empezó a hablar del proyecto, la gente quiso que fuéramos a sus casas y la escuela se convirtió en el semillero de un montón de proyectos beneficiosos para todos.

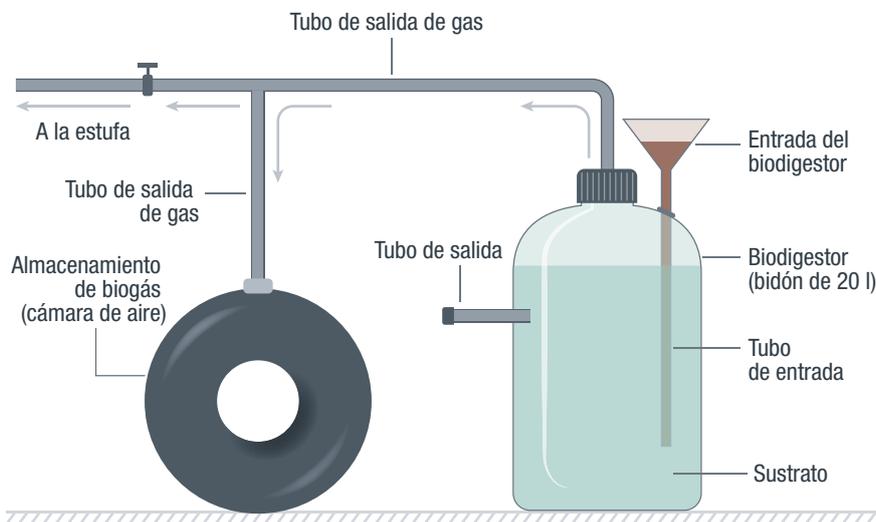
### MATERIAL

El modelo de estufa de leña de bajo consumo elegido permite utilizar diferentes materiales para retener el calor dentro de la estufa y reducir así el consumo de leña. Cuando el biogás toma el relevo, el calor también se conserva en el interior de la estufa durante más tiempo.

Los materiales utilizados para la **construcción de la estufa** son: ladrillos, arena, cemento y barro. Los materiales utilizados para rellenar la estufa y retener el calor son: grava, arena, vidrio, sal, ceniza, tezontle rojo y tiza.

Para el **biodigestor** se necesita un recipiente grande, tubos de cobre, mangueras de gas, estiércol, agua y cinta adhesiva.

### CÓMO CONSTRUIR UN BIODIGESTOR



Los alumnos construyen la base de la estufa biodigestora con ladrillos y cemento



Alumnas construyendo un biodigestor



Ejemplo de un plato tradicional cocinado con la estufa



Ejemplo de biodigestor construido por los alumnos durante el proyecto

## #5 PROYECTO DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

# HUERTOS FAMILIARES

### MATERIAS PRINCIPALES

Agricultura

### GRUPO DE EDAD

12-18 años

### PARTICIPANTES

Profesores, comunidades, autoridades locales



Durante la pandemia de COVID-19, muchas escuelas cerraron sus puertas y los alumnos tuvieron que permanecer en casa con sus familias. En este contexto se idearon en todo el mundo innovadoras herramientas didácticas, gracias a la creatividad y la voluntad de los profesores.

En el proyecto “**Huerto Challenge**”, puesto en marcha durante el confinamiento, los profesores pidieron a los alumnos que montaran **huertos basados en la dieta y las tradiciones culinarias de sus familias**, utilizando principalmente verduras, como lechuga, calabaza y cilantro, y algunos cereales y legumbres. El proyecto se inició con 70 familias de Tetlanohcan, Estado de Tlaxcala (México) e incluía a alumnos de 13 y 14 años. Unos meses más tarde, había ya 90 familias y el municipio decidió ampliar el proyecto y ofrecer a más familias la posibilidad de cultivar huertos comunitarios.

Las semillas se extraían principalmente de los alimentos. Posteriormente, el profesor proporcionó a los alumnos plántulas compradas con el dinero obtenido de la venta de los productos del huerto escolar. **Los alumnos aprendieron a fabricar su propio compost y a diseñar sistemas de riego** para una gestión eficiente de los recursos.



Las plantas crecen a partir de semillas locales cosechadas por los alumnos

El proyecto es una buena forma de hacer participar a las familias y de establecer un estrecho vínculo entre los temas tratados en las actividades del aula y su aplicación práctica, por ejemplo, para la reducción del impacto negativo que puede tener la dieta en el clima. También es una forma muy eficaz de desarrollar la autonomía y la iniciativa de los alumnos. Además, al centrarse en los hábitos alimentarios de las familias y en el contexto local, **el proyecto es una forma estupenda de implicar a toda la comunidad y de permitir que los alumnos y sus familias compartan iniciativas.**

El resultado directo de este proyecto es mitigar el impacto de la dieta en las emisiones de gases de efecto invernadero al reducir el transporte y el uso de fertilizantes en los cultivos. También es una buena manera de mejorar los conocimientos tradicionales y locales sobre la producción y el consumo de alimentos y de favorecer la transmisión de hábitos alimentarios sostenibles.

### TESTIMONIO

#### ISIS FLORES, PROFESORA

*Siempre he dicho que cultivar un huerto es una excelente herramienta educativa porque no juzga, además de ser una excelente terapia ocupacional. Trabajar en un huerto propio junto a la familia permite a los alumnos tomar decisiones responsables, investigar y desarrollar su creatividad, ya que todos tienen necesidades y espacios diferentes y se enfrentan a problemas distintos que resolver en familia. Además, este proyecto fomenta las actividades científicas, la aplicación rigurosa de las matemáticas y la investigación y enseña a los alumnos a controlar y tomar nota de todo lo que ocurre en un huerto.*



**TESTIMONIO**  
**PAOLA PLUMA, ALUMNA**

*El proyecto aprovechó el confinamiento, ya que en ese momento teníamos tiempo en casa para plantar diferentes hortalizas. Planté coles, rábanos, acelgas, brócoli, tomates y lechuga verde y morada. La experiencia también nos ayudó a aliviar el estrés y la ansiedad y a hacer algo de ejercicio para compensar todo el tiempo que pasábamos en casa.*



Ejemplos de huertos realizados por los alumnos y sus familias

## #6 PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA

# GUARDIANES DE ÁRBOLES

### MATERIAS PRINCIPALES

Biodiversidad, ciencia ciudadana, protocolos de investigación

### GRUPO DE EDAD

8-18 años

### PARTICIPANTES

Investigadores, profesores



La ciencia del clima está en constante evolución, ya que cada año aporta nuevos descubrimientos sobre las causas, los efectos y los mecanismos de los sistemas climáticos. Algunos estudios científicos requieren grandes muestras de observaciones para comprender bien un fenómeno determinado. Este es el caso de la exploración del impacto del cambio climático en la biodiversidad. Con las especies que podemos encontrar en las ciudades y cerca de las escuelas, ¿por qué no pedir a los alumnos que desempeñen el papel de científicos recogiendo datos? Así, los proyectos de ciencia ciudadana que se llevan a cabo en las escuelas ofrecen la oportunidad de recoger nuevos datos para estudiar el impacto del cambio climático en la biodiversidad y, al mismo tiempo, trabajar con protocolos científicos y estudiar el clima a través del aprendizaje basado en proyectos.

**El proyecto “Guardianes de árboles” pretende evaluar cómo nuestro clima actual está influyendo en las interacciones entre los árboles, los herbívoros (orugas) y sus enemigos para tratar de anticipar las posibles consecuencias del cambio climático en la capacidad de un árbol para defenderse y ser defendido de los herbívoros.** Este particular proyecto de ciencia ciudadana invita a los profesores a colaborar con los científicos. Desde su lanzamiento en 2018, han colaborado unos 53 científicos y 96 profesores de 17 países y, en total, se ha llegado a más de 90 clases.

**Los científicos profesionales y los escolares utilizan el mismo protocolo (véase más abajo) que se estableció para evaluar la capacidad de los depredadores de reducir los daños causados a los árboles por los herbívoros.** El estudio se lleva a cabo con una sola especie de árbol, el roble pedunculado *Quercus robur*, que se extiende desde España hasta Finlandia y desde el Reino Unido hasta Rusia.

### TESTIMONIO

**ANJA NEUDÖRFLER, PROFESORA**

*Es importante sentir que puedes formar parte de algo grande y marcar la diferencia en el mundo. Eso es algo que los niños aprenden en este proyecto: que todo el mundo puede ayudar a forjar nuestro futuro. Da a mis alumnos la oportunidad de hacer investigación científica a una edad muy temprana.*

**Se dispone de material de formación** para ayudar a los profesores a familiarizarse con las observaciones realizadas sobre el terreno y actualmente estamos trabajando con expertos en educación para proporcionar a los profesores material pedagógico práctico que les ayude a incorporar el proyecto en los planes de estudios.

El proyecto lleva ya varios años en marcha y ha recibido comentarios positivos tanto de profesores como de alumnos (a través de sus profesores). El proyecto se considera “auténtico” desde el momento en que profesores y alumnos disfrutaban participando en una investigación real. Aun así, es posible sentirse algo incómodo en ella si se piensa que la pregunta de investigación no tiene una respuesta definitiva, correcta o incorrecta. De hecho, la única respuesta que tenemos es: **“aún no lo sabemos, pero estamos trabajando en ello”.** **Esto forma parte del atractivo de investigar.**

Asimismo, es importante que los científicos expliquen cómo saben lo que está pasando ahí fuera y cómo se basan en los conocimientos y la incertidumbre actual para hacer predicciones. Necesitamos confiar en la ciencia, pues, de lo contrario, cualquier medida que se tome para mitigar los efectos del cambio climático puede ser malinterpretada o, peor aún, cuestionada. La investigación requiere tiempo y energía y tiene un coste. No hay respuestas inmediatas y fáciles a problemas medioambientales enormemente complejos.



Dar a los alumnos una idea de primera mano de lo que es la investigación les ayudará a entender en qué consiste la ciencia y por qué es una buena estrategia confiar en ella en la vida cotidiana.

**En el proyecto de los guardianes de árboles, los profesores son mediadores clave** entre los alumnos y los científicos para garantizar una recogida de datos eficaz y aportar información pertinente sobre los resultados del aprendizaje.

#### PROTOCOLO

En primavera, hacemos orugas falsas con plastilina verde y las fijamos a las ramas bajas de los robles. Esto engaña a los depredadores, que atacan a estas falsas orugas como si fueran comida de verdad y al hacerlo dejan marcas de picos, dientes y mandíbulas en la plastilina. Simplemente contamos el número de falsas orugas con marcas de depredación: esto nos indica la eficacia con la que los depredadores pueden proteger eficazmente a los robles de herbívoros reales. A continuación recogemos las hojas de roble y calculamos la superficie que ha sido eliminada o dañada por las orugas.

#### TESTIMONIO

##### BASTIEN CASTAGNEYROL, INVESTIGADOR

*A menudo me molesta que la gente solo vea la ecología como una especie de filosofía o de argumento comercial. Aunque a veces sea así, es solo una parte de la historia. Con este proyecto quería mostrar a los alumnos —y a sus profesores— que la ecología también es una ciencia y que no se necesitan máquinas enormes y supercaras para hacer buena ciencia: a veces basta con un trozo de plastilina y una red de colaboradores motivados.*

La recogida de datos se realiza entre mayo y principios de julio. En verano, mientras los alumnos y los profesores se toman unas merecidas vacaciones, los científicos trabajan con los datos para correlacionar los daños causados por los herbívoros con la actividad de los depredadores y, a continuación, trazar un mapa de esta relación a escala europea.

#### MÁS INFORMACIÓN

Visitar la web de los Guardianes de los robles (Qui protège les chênes?).



Haciendo una oruga falsa



Oruga falsa atacada por depredadores



Una alumna y un investigador instalan orugas falsas en los árboles.

## #7 PROYECTO DE SENSIBILIZACIÓN

# ORBIS

### MATERIAS PRINCIPALES

Danza, arte, expresión, sensibilización

### GRUPO DE EDAD

8-18 años

### PARTICIPANTES

Profesores, comunidades (familias)



La movilización ciudadana, individual y colectiva, es un elemento esencial en la lucha contra el calentamiento global. En este sentido, concienciar sobre los problemas medioambientales es un compromiso muy importante que los alumnos pueden asumir de diferentes maneras. Los proyectos de sensibilización del público en general (otros alumnos, la comunidad escolar, las familias o la comunidad en general) pueden implementarse fácilmente en la escuela durante un periodo de tiempo más o menos largo. Estos proyectos de índole diversa suelen ser multidisciplinares, ya que implican tanto **conocimientos científicos** sobre el tema en cuestión como **habilidades de escritura, artísticas o técnicas**.

El proyecto Orbis se desarrolló en el marco del **concurso “Les Fairiades” (Festival des Vocations)** organizado en Francia y reunió a un grupo de alumnos de secundaria que trabajó durante todo el año en el tema “SOS Planeta en peligro: moviliza tu talento para salvarlo”. El jurado, presidido por Étienne Klein (filósofo de la ciencia y físico), lo componían profesionales de la educación, científicos y periodistas. Los objetivos educativos del concurso eran los siguientes:

- Fomentar los **enfoques interdisciplinarios**
- Enseñar a los alumnos a **trabajar juntos** en un espíritu de ciudadanía
- **Inventar nuevas formas** de ayudarles a elegir su camino
- **Reunir a los alumnos** mediante el acercamiento de las distintas profesiones
- **Fomentar el compromiso de los alumnos** a través de la realización de proyectos útiles para la sociedad y la humanidad

**El primer premio fue concedido a un grupo de alumnos de 1.º de bachillerato (opción cine) del instituto Camille Vernet de Valence (Francia) por su cortometraje Orbis:** Pauline Dubouloz, Sarah Casserini, Noah Buisson y Julia Maignan, alumnas del instituto, y Sophie Fueyo, su profesora.

Orbis es un cortometraje de tres minutos y medio. Se trata de una historia coreografiada en la que el tema de la violencia contra las mujeres se pone en paralelo con los daños medioambientales causados por las actividades humanas, en particular el cambio climático. **La película es el resultado de la colaboración entre diferentes disciplinas, desde la ciencia hasta las artes visuales.** Fue realizada por un **grupo de alumnos y supervisada por varios profesores** y contó con la colaboración de estudios de grabación y bailarines profesionales para el rodaje. Todo el material audiovisual fue proporcionado por la escuela.

**Los alumnos idearon el proyecto en una discusión de grupo tras un debate** sobre otros proyectos que no fueron seleccionados. Se repartieron las tareas y organizaron el rodaje en colaboración con el equipo docente y los profesionales con los que estaban en contacto. Desde el guion hasta los ensayos, pasando por el rodaje y el montaje, el proyecto se desarrolló a lo largo de un **curso escolar** y abarcó diferentes disciplinas.

El proyecto enseñó a los alumnos a **trabajar en grupo**, sobre todo para intercambiar ideas y conseguir que la película fuera vista por el mayor número de personas posible. Los alumnos tuvieron que **aprender a hacer concesiones por el bien de proyecto**. Orbis les permitió ser **autónomos durante todo el proceso creativo** y descubrir la realidad de los procesos de escritura, rodaje y montaje. Aunque el objetivo principal de un proyecto de este tipo es artístico, **los alumnos debían apropiarse del tema y proponer una versión poética y accesible del mismo, apelando a las emociones.** Al tocar emocionalmente al público, esta película hará que la gente reflexione y contribuya a que las cosas sucedan.

Con este premio, los alumnos obtuvieron 1 000 euros con los que podrán comprar nuevos equipos para sus clases de cine.



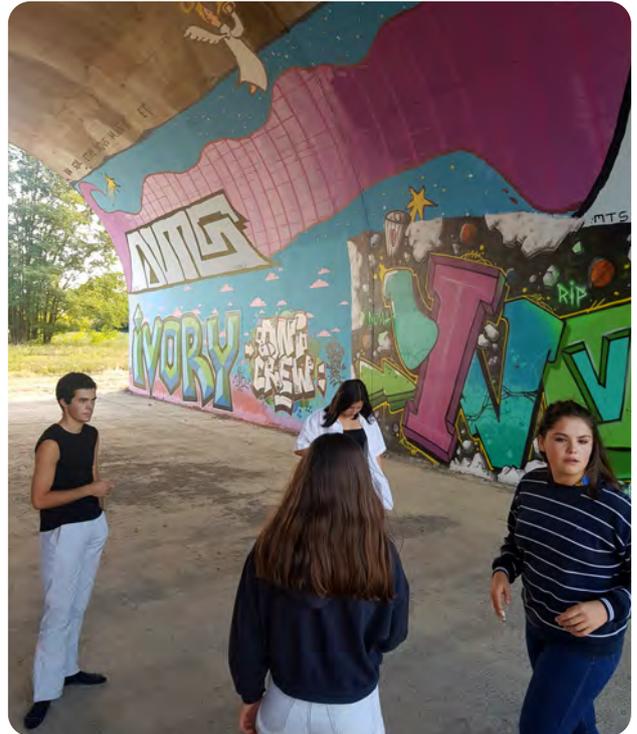
**TESTIMONIO**  
**LYDIE LESCARMONTIER,**  
**MIEMBRO DEL JURADO DEL FESTIVAL**

*Orbis destacó inmediatamente entre los demás proyectos por su sofisticado enfoque artístico. El jurado fue unánime a la hora de elegir al ganador. El formato de la película, así como la expresión personal de los alumnos sobre el desafío climático, la hicieron aún más visible.*



**TESTIMONIO**  
**SOPHIE FUEYO, PROFESORA**

*Todo empezó con el deseo de hacer un proyecto de la A a la Z, desde el guion hasta el montaje. Los alumnos se mostraron muy interesados por el tema del concurso —la ecología—, sobre todo porque ya estaban involucrados en eventos ecológicos como el movimiento “Viernes por el futuro”. Estaban realmente motivados por el tema.*



En el plató con los alumnos y los bailarines

**MÁS INFORMACIÓN**

Ver el video del proyecto [Orbis](#)





## **ACERCA DE ESTE MANUAL**

# RECURSOS MULTIMEDIA ADICIONALES

## PÁGINA WEB

El sitio web de la *Office for Climate Education* ofrece numerosos recursos educativos sobre el cambio climático:

- resúmenes de informes del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) para docentes,
- actividades para el aula,
- actividades multimedia y videos para su uso en el aula,
- recursos de perfeccionamiento profesional.

Todos los recursos de la OCE se publican con la licencia CC-BY-NC-SA (uso y adaptación libre y no comercial).



<https://www.oce.global>



## VIDEOS

Presentamos a continuación una serie de videos y actividades multimedia diseñados específicamente para acompañar a esta guía pedagógica. En cada video, un experto habla sobre un problema

específico relacionado con la tierra, la agricultura o la alimentación en el contexto del cambio climático. Estos recursos pueden utilizarse para iniciar o concluir un debate con los alumnos sobre un tema específico.



### **SISTEMA ALIMENTARIO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

Prajal Pradhan, investigador sobre cambio climático y alimentación sostenible, Instituto Potsdam para la Investigación sobre el Impacto del Cambio Climático (Alemania)

Alrededor de un tercio de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero provienen de nuestros sistemas alimentarios. El cambio climático resultante tiene a su vez un impacto en dichos sistemas alimentarios y en la seguridad alimentaria. Sin embargo, es necesario reducir las emisiones generadas por los sistemas alimentarios para mitigar el cambio climático. Hay muchas opciones de respuesta que pueden ayudar a prevenir el cambio climático y proporcionar beneficios para la salud.





### **TIERRA Y CLIMA**

Claire Fyson, analista de políticas, Climate Analytics (Alemania)

La tierra puede almacenar mucho carbono en la vegetación y el suelo y mitigar así el cambio climático. Dado que nos proporciona alimentos, fibras y servicios ecosistémicos, es importante mantener su salud y resiliencia. Sin embargo, el cambio climático y el uso de la tierra por parte del ser humano están dañando los ecosistemas terrestres.



### **USO DE LA TIERRA Y BIOGÁS**

Frank Hofmann, consultor internacional, German Biogas Association (Alemania)

El metano es un gas de efecto invernadero muy potente y el ganado es responsable de una parte considerable de las emisiones de ese gas. Una forma de evitar su gran impacto en el clima es aprovechar la materia orgánica producida por el ganado (estiércol), atraparla en contenedores herméticos y utilizar el biogás generado como fuente de energía.



### **LOS BOSQUES**

Jens Schroeder, investigador en ecología forestal, Universidad para el Desarrollo Sostenible (Alemania)

Los bosques de todo el mundo están sometidos a un estrés cada vez mayor: tienen que hacer frente a incendios forestales cada vez más frecuentes, así como al calor y a sequías e inundaciones. Sin embargo, los bosques pueden ser poderosos aliados para mitigar y combatir el cambio climático, limitando sus desastrosas consecuencias.



### **EL SUELO Y LA PERMACULTURA**

Mette Fraurud, horticultora, Berlín (Alemania)

La permacultura es una nueva forma de cultivar, basada en la observación de la naturaleza y en el intento de imitar sus sistemas. Se practica cada vez más para solucionar algunos de los problemas causados por la agricultura convencional, como el arado. Proteger la tierra y el suelo es una forma de mitigar el cambio climático.



### **EL SUELO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**

Henri Van Damme, investigador emérito, Escuela Superior de Física y Química Industrial (Francia)

El suelo no es solo un soporte para cultivar alimentos. También proporciona el material de construcción más utilizado en el mundo en forma de ladrillos, lodos secos, mezclados con paja, etc., un uso ecológico de un elemento que está disponible en todas partes, bajo nuestros pies.



### **LA MIGRACIÓN Y LOS DESAFÍOS GEOPOLÍTICOS**

François Gemenne, investigador en geopolítica medioambiental, Sciences Politiques, París (Francia)

El cambio climático se ha convertido hoy día en una de las principales causas de migración y desplazamiento de población en el mundo, ya sea por la subida del nivel del mar, la degradación del suelo o las catástrofes naturales. En los últimos años se ha avanzado mucho en la organización de esta migración y en la protección de las personas.



### **PUEBLOS INDÍGENAS Y CAMBIO CLIMÁTICO**

Sabah Rahmani, periodista y antropólogo, Francia

Hay unos 370 millones de indígenas en el mundo que han conservado un vínculo muy fuerte con la naturaleza. Sin embargo, su territorio, del que dependen para sobrevivir, se encuentra amenazado por la explotación de los Estados y las grandes empresas, así como por el cambio climático. Aun así, estas poblaciones son cada vez más escuchadas por los científicos, que confían y se basan en sus conocimientos.





### EL PERMAFROST Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Antoine Séjourné, investigador en geociencias, Universidad Paris Saclay (Francia)

El permafrost es un suelo que está permanentemente congelado. El nivel de congelación puede ir de varios centímetros hasta incluso 1 kilómetro. Contiene grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica, la cual puede degradarse y ser potencialmente liberada a la atmósfera en un contexto del cambio climático.



### EL EFECTO EN EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LA AGRICULTURA

Vincent Chaplot, investigador en agronomía, Universidad de la Sorbona (Francia)

El sector agrícola es responsable de una gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero y las tendencias actuales apuntan a una intensificación de las prácticas agrícolas. Sin embargo, actualmente existen muchas soluciones para adaptarnos a los cambios sociales, al tiempo que limitamos nuestro impacto.



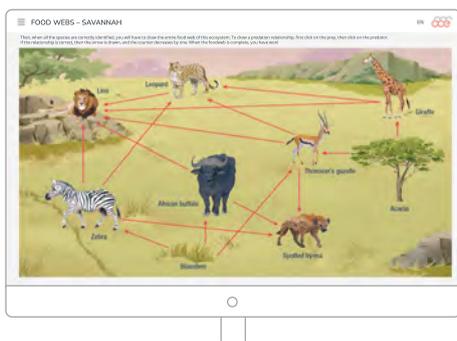
## ACTIVIDADES MULTIMEDIA

Las siguientes actividades multimedia ofrecen a los alumnos la posibilidad de abordar de forma interactiva diferentes temas relacionados con el cambio climático.



### EL CICLO DEL CARBONO

Esta animación multimedia se centra en el ciclo del carbono e incluye tanto las actividades naturales como las humanas. Los alumnos pueden basarse en estas actividades para ver su impacto en el medio ambiente. También se puede visualizar la evolución de la concentración atmosférica de dióxido de carbono.



### REDES ALIMENTARIAS TERRESTRES

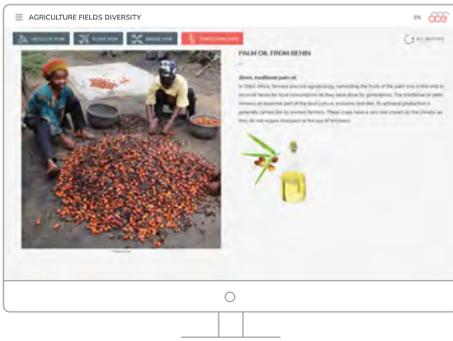
A través de esta actividad, los alumnos aprenden los nombres y las relaciones de depredación de múltiples especies animales y vegetales pertenecientes a seis redes alimentarias terrestres diferentes y que viven en distintas regiones del mundo: el ecosistema ribereño de Alaska, los bosques templados de Inglaterra, la selva tropical de Guyana, la sabana, el suelo y un agrosistema. Los alumnos también pueden visualizar el impacto del cambio climático y de las actividades humanas en estas redes alimentarias.



### EL IMPACTO DE NUESTRA ALIMENTACIÓN

Esta animación multimedia es un juego de cartas en el que los alumnos tienen que clasificar los alimentos según tres criterios: la huella de carbono (emisiones de gases de efecto invernadero), el uso del agua y el uso del suelo. En este juego, los alumnos pueden comparar la huella medioambiental de diferentes alimentos habituales.





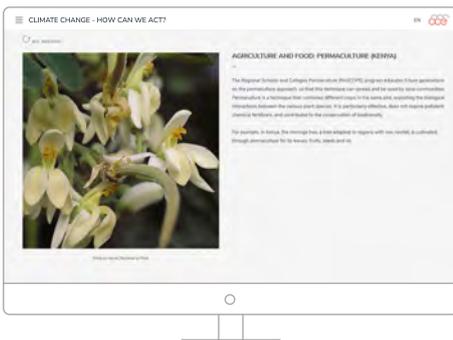
## LA DIVERSIDAD DE LOS TERRENOS AGRÍCOLAS

Esta actividad permite a los alumnos descubrir la diversidad de prácticas agrícolas en el mundo, observando vistas aéreas de campos y granjas desde el cielo. Pueden comparar diferentes formas de producir carne de ternera, maíz, aceite de palma y tomates. También aprenden cómo los diferentes tipos de agricultura han tenido y tienen efectos en el clima.



## LA HUELLA DE CARBONO

En esta actividad, los alumnos pueden calcular su propia huella de carbono. También pueden ver en qué medida nuestras actividades o hábitos diarios contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero y, por tanto, cómo podemos reducirlas.



## ¿CÓMO PODEMOS ACTUAR?

Esta actividad multimedia describe unas 30 acciones concretas que se han llevado a cabo en todo el mundo para hacer frente a los problemas del cambio climático. Estas "soluciones" de adaptación o mitigación están relacionadas con la agricultura y la alimentación, la energía, la vivienda, la resiliencia urbana, los ecosistemas, la investigación y la concienciación pública.



# BIBLIOGRAFÍA

## DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA TIERRA

IPCC – Informe especial *El cambio climático y la tierra*

<https://www.ipcc.ch/srccl/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) – *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* (2016)

<https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/a-i6030s.pdf>

Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) – *Informe de evaluación en materia de degradación y restauración del suelo*

<https://ipbes.net/assessment-reports/ldr>

Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) – *Informe de evaluación mundial de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas*

<https://ipbes.net/global-assessment>

*Global Land Outlook* de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD)

[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf)

NASA – Cambio climático global: gráficos y multimedia

<https://climate.nasa.gov/resources/graphics-and-multimedia/>

Yale Climate Connections

<https://yaleclimateconnections.org/>

Achieving Food System Resilience: A case study on France

<https://localscale.org/research/en/index.jsp>

Atlas mundial de la biodiversidad del suelo

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-biodiversity-atlas>

## RECURSOS EDUCATIVOS DE LA OCE

Recursos sobre ciencia del clima para docentes

[https://www.oce.global/en/ressources/enseignants?field\\_resource\\_theme=All&f%5B0%5D=type%3A14](https://www.oce.global/en/ressources/enseignants?field_resource_theme=All&f%5B0%5D=type%3A14)

El clima en nuestras manos – El océano y la criósfera

<https://www.oce.global/es/resources/actividades-para-la-clase/el-clima-en-nuestras-manos-oceano-y-criosfera>

Recursos para el desarrollo profesional del docente:

- El efecto invernadero: <https://www.oce.global/es/resources/formacion/entendiendo-el-efecto-invernadero>
- El océano y el cambio climático: <https://www.oce.global/es/resources/formacion/el-oceano-y-el-cambio-climatico>

Video de “Billes de Science”, con Simon Klein, sobre alimentación, agricultura y cambio climático (en francés con subtítulos en inglés)

<https://www.oce.global/en/resources/videos/food-agriculture-and-climate-change>

## OTROS RECURSOS EDUCATIVOS

Agritopia: un juego de rol para hacer reflexionar a los alumnos sobre las repercusiones que tienen las distintas opciones agrícolas en el clima

<https://www.climateinteractive.org/programs/climate-smart-agriculture/agritopia/>

Academia de las Ciencias de California - Juego del bingo de los recursos naturales

<https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/natural-resources-bingo>

“Creating Futures” - Recursos pedagógicos diseñados en el marco de “Education for a Just World”, una iniciativa de Trócaire y del Centro de Derechos Humanos y Educación para la Ciudadanía (CHRCE) del Instituto de Educación de la DCU (Dublín, Irlanda)

<https://www.trocaire.org/getinvolved/education/creating-futures>

Eco-schools - Historias y noticias sobre proyectos de sustentabilidad llevados a cabo en las escuelas

<https://www.ecoschools.global/stories-news>

FAO – *Descubriendo los bosques: Guía docente*

<https://www.fao.org/3/i8560es/i8560es.pdf>

NASA - Los niños y el clima

<https://climatekids.nasa.gov>

The Sandwatch Foundation - Red de niños, jóvenes y adultos que trabajan juntos para mejorar el entorno de sus playas y desarrollar la resiliencia al cambio climático

<https://www.sandwatchfoundation.org>

TROPICSU: Educación sobre el cambio climático en los programas de estudio de todo el mundo – Recursos para profesores de secundaria

<https://tropicsu.org/un-resources/>

## SIMULACIONES INTERACTIVAS

En-ROADS – Simulación utilizada para entender cómo podemos lograr nuestros objetivos climáticos (nivel de secundaria)

<https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/>

Universidad de Manchester – Construye tu propia Tierra (nivel de secundaria)

<http://www.buildyourownearth.com>

New Shores – A game for democracy

<https://newshores.crs.org.pl/>

# GLOSARIO

## ABSORCIÓN DE CO<sub>2</sub>

Engloba todos los procesos que contribuyen a la eliminación del CO<sub>2</sub> de la atmósfera. El CO<sub>2</sub> puede ser eliminado por procesos biológicos, como la fotosíntesis en los océanos o la tierra, o por procesos físicos, como la absorción de carbono en el agua.

## ADAPTACIÓN

Es el proceso de ajustarse a los impactos actuales o previstos del cambio climático. En los sistemas humanos, el objetivo de la adaptación es reducir los riesgos, aumentar la resiliencia o aprovechar las oportunidades beneficiosas que el cambio climático puede ofrecer. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar los ajustes a los impactos previstos del cambio climático.

## AGROECOLOGÍA

Tipo de agricultura sostenible que aplica conceptos y principios ecológicos a la agricultura.

## AGROSILVICULTURA

Método de uso de tierras agrícolas consistente en combinar árboles con sistemas de cultivo o producción animal.

## ALBEDO

Significa 'blancura' y es la capacidad reflectante de un objeto o una superficie. Por ejemplo, el hielo y la nieve fresca tienen un albedo elevado, que oscila entre el 40 % y el 80 %. Esto significa que reflejan entre el 40 % y el 80 % de la luz solar que reciben. Por el contrario, el océano al ser más oscuro tiene un albedo de menos del 10 %.

## BIODIVERSIDAD

El término "biodiversidad" hace referencia a la variedad de especies (fauna y flora) que vive en la Tierra o en un ecosistema concreto. En concreto, existen tres niveles de biodiversidad: la biodiversidad intraespecífica (diferencias entre miembros de una misma especie), la biodiversidad interespecífica (diferencias entre especies) y la diversidad de los ecosistemas (el entorno y las especies que viven en él).

## BIOMA (véase ECORREGIÓN)

Conjunto de la flora y la fauna de una región específica.

## BIOMASA

Materia orgánica utilizada como combustible, especialmente en una estación generadora para la producción de electricidad.

## CALENTAMIENTO GLOBAL

Véase CAMBIO CLIMÁTICO.

## CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático se refiere a diversos fenómenos globales, por ejemplo, los cambios en la temperatura y las precipitaciones, los fenómenos extremos, la subida del nivel del mar y la acidificación de los océanos. El término se utiliza sobre todo para describir los cambios climáticos provocados por el ser humano que se han venido produciendo desde aproximadamente 1850 debido a un aumento de la temperatura media mundial. También se utiliza el término "calentamiento global".

## CICLO DE RETROALIMENTACIÓN

Un ciclo de retroalimentación puede verse como un círculo vicioso en el que algunos elementos pueden exacerbar o atenuar una o varias causas del calentamiento global.

## CICLO DEL CARBONO

El carbono es un elemento químico presente en muchas moléculas, tanto en los seres vivos como en la materia inerte. Se almacena en grandes cantidades en los llamados "reservorios" o "depósitos" de la Tierra, los más importantes de los cuales son los océanos y el suelo. Ahora bien, el carbono de esos depósitos no se queda ahí para siempre, sino que se mueve entre reservorios. Estos movimientos se denominan "flujos". Los flujos naturales están perfectamente equilibrados y dan lugar al ciclo del carbono.

## CLIMA

Patrón promedio de condiciones meteorológicas, tales como la temperatura, las precipitaciones, la humedad, el viento o la presión atmosférica, en una zona determinada y durante un período de tiempo largo (meses, años, decenios, siglos o más).

## CONOCIMIENTOS INDÍGENAS Y LOCALES

Las comunidades indígenas suelen tener un modo de vida basado en una compleja e importante relación con su entorno directo, con poco impacto en él y en el

clima. Sus conocimientos locales sobre la gestión de la naturaleza y la agricultura son importantes elementos para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos.

## DEFORESTACIÓN

Destrucción de un bosque, a menudo con el objetivo de convertirlo en tierra agrícola.

## DEGRADACIÓN DE LA TIERRA

Disminución temporal o permanente de la calidad del suelo, la vegetación, los recursos hídricos o la vida silvestre, o deterioro de la productividad económica de la tierra, por ejemplo, la posibilidad de cultivarla.

## DEGRADACIÓN DEL SUELO

La degradación del suelo supone la pérdida de tierra cultivable y puede ser consecuencia de la erosión del agua, la erosión costera, la erosión del viento, la salinidad, la pérdida de materia orgánica, la disminución de la fertilidad, la acidez del suelo, etc.

## DESARROLLO SOSTENIBLE/SUSTENTABLE

Desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

## DESERTIFICACIÓN

Degradación del suelo en zonas áridas o semiáridas debido a las actividades humanas o a causas climáticas.

## DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Masa de roca y tierra que se desplaza súbita y rápidamente por una pendiente pronunciada.

## DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

Gas emitido por la combustión del carbono, por ejemplo, al quemar combustibles fósiles. También es producido por los organismos vivos a través de la respiración. El CO<sub>2</sub> contribuye al efecto invernadero.

## ECOANSIEDAD

El cambio climático puede generar diferentes sentimientos y emociones, algunos de los cuales pueden hacernos sentir impotentes o desesperanzados.

## ECORREGIÓN

Véase BIOMA.

**ECOSISTEMA**

Un ecosistema es el conjunto de seres vivos de un entorno determinado, además del mismo entorno. En un ecosistema, todo está interconectado y es interdependiente.

**EFFECTO DE ISLA DE CALOR**

Este efecto se produce cuando, en una zona urbana, la temperatura media es más elevada que en su entorno rural, debido a una mayor absorción, retención y generación de calor por sus edificios, pavimentos y actividades humanas.

**EFFECTO INVERNADERO**

La radiación solar que atraviesa la atmósfera es absorbida por la superficie de la Tierra y la calienta. La radiación solar absorbida se transforma en radiación infrarroja (calor). En su regreso hacia el espacio, parte de esta radiación infrarroja es absorbida por los gases de efecto invernadero de la atmósfera y es enviada de vuelta hacia la superficie de la Tierra, calentándola aún más. Esto se denomina “efecto invernadero”.

**EMISIONES ANTROPÓGENAS**

Gases de efecto invernadero emitidos por las actividades humanas.

**EQUIDAD**

Justicia, imparcialidad, situación en la que se brindan las mismas oportunidades a todos: educación, salud, derechos, etc.

**EVAPOTRANSPIRACIÓN**

Proceso por el cual el agua se transfiere desde la tierra a la atmósfera por evaporación, ya sea desde el suelo u otras superficies, o por la transpiración de las plantas.

**EXPOSICIÓN**

Grado de vulnerabilidad de una población expuesta a un determinado peligro o amenaza, debido, por ejemplo, a su ubicación geográfica. Por ejemplo, las tierras bajas están más expuestas a la subida del nivel del mar que las zonas montañosas.

**FENÓMENOS EXTREMOS**

Acontecimientos inusuales (por ejemplo, tornados, tormentas, desprendimientos de tierra, sequías, incendios forestales y olas de calor) que pueden tener un impacto negativo importante en el ser humano y los ecosistemas.

**FERMENTACIÓN**

La fermentación es una reacción química que se produce de forma natural en algunas sustancias vegetales y animales. Para producirse, requiere la presencia de seres vivos muy pequeños, como bacterias, hongos o levaduras. Este fenómeno también se utiliza en las actividades humanas y puede producir metano, ácido láctico (yogur) y alcohol (vino o cerveza).

**FERTILIZACIÓN POR CO<sub>2</sub>**

La fertilización por CO<sub>2</sub> o fertilización por dióxido de carbono es un fenómeno por el cual el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera incrementa la tasa de fotosíntesis de las plantas.

**FORESTACIÓN**

Creación de bosque mediante plantación o siembra de árboles en tierras que durante mucho tiempo no han tenido cobertura forestal o que nunca han tenido bosque.

**FOTOSÍNTESIS**

Cuando se exponen a la luz, las plantas son capaces de utilizarla, junto al dióxido de carbono, el agua y los minerales, para producir su propia materia orgánica y crecer.

**GAS DE EFFECTO INVERNADERO (GEI)**

Los gases de efecto invernadero causan el efecto invernadero. Los principales son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el ozono.

**GLACIAR**

Gran masa de hielo en tierra firme que se mueve lentamente en sentido descendente.

**HIELO CONTINENTAL**

Conjunto de masas de hielo en tierra firme. Se forma por la acumulación y la compactación de nieve durante un largo periodo de tiempo.

**HUELLA DE CARBONO**

La huella de carbono (en CO<sub>2</sub>-eq) se define como la cantidad total de gases de efecto invernadero producidos directa o indirectamente por las actividades humanas. Puede calcularse para un individuo, un evento concreto o una organización.

**INCENDIO FORESTAL**

Fuego que arde intensamente y sin control en una zona de pastos en el campo.

**JUSTICIA CLIMÁTICA**

Este término se utiliza para identificar las dimensiones sociales y políticas de los desafíos asociados al cambio climático, en lugar de considerar únicamente su dimensión ambiental. Relaciona las diferencias observadas entre los más responsables del cambio climático y los más afectados por sus consecuencias con la noción de justicia (en particular, justicia social y medioambiental).

**MANTO DE HIELO**

Enorme y gruesa capa de hielo en un continente.

**MITIGACIÓN**

Intervención humana encaminada a reducir el calentamiento global mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto

invernadero o la mejora de los sumideros de carbono.

**OLA DE CALOR**

Período de tiempo anormalmente caluroso con altas temperaturas diurnas y poco o ningún enfriamiento por la noche. Una ola de calor puede durar hasta varias semanas.

**OSCURECIMIENTO**

Disminución sistemática del crecimiento de las plantas o muerte de la vegetación que da lugar a una pérdida de productividad durante un periodo de tiempo.

**PERMACULTURA**

Desarrollo de un ecosistema agrícola diseñado a ser sostenible y autosuficiente.

**PERMAFROST**

Suelo, roca o sedimento que está permanentemente congelado (durante al menos dos años consecutivos).

**POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG)**

El potencial de calentamiento global se utiliza para comparar el “poder” de un gas para calentar la atmósfera y la duración de su efecto. Por definición, el CO<sub>2</sub> tiene un potencial de calentamiento global de 1, independientemente del periodo de tiempo utilizado. El CO<sub>2</sub> permanece en la atmósfera durante mucho tiempo, hasta miles de años. Se calcula que el CH<sub>4</sub> tiene un potencial de calentamiento global (PCG) de entre 28 y 36 durante 100 años, lo que significa que absorbe mucha más energía que el CO<sub>2</sub>. Sin embargo, “solo” permanece en la atmósfera durante una media de unos 10 años. El efecto neto de una menor vida útil y una mayor absorción de energía se refleja en el PCG. El N<sub>2</sub>O tiene un PCG entre 265 y 298 veces mayor que el CO<sub>2</sub> a 100 años.

**PRODUCCIÓN PRIMARIA**

Proceso por el cual un productor primario (una célula o un organismo) produce su propia materia orgánica a partir de materiales inorgánicos. Por ejemplo, los seres vivos fotosintéticos solo utilizan agua, CO<sub>2</sub> y luz para crecer y desarrollarse.

**RADIACIÓN INFRARROJA**

La radiación infrarroja es la parte invisible de la luz que podemos sentir en forma de calor. Esta radiación tiene un papel clave en el efecto invernadero.

**RED ALIMENTARIA**

Se trata de una representación de la relación “presa-depredador” en un ecosistema. Es una red más que una cadena, lo que significa que un organismo puede comerse a varias especies y una especie puede ser comida por diversos organismos.



### REFORESTACIÓN

Plantación de bosques en tierras que antes eran boscosas, pero que han sido convertidas a otros usos.

### REVERDECIMIENTO

Se puede considerar que la vegetación reverdece cuando se observa un aumento de su productividad en un determinado periodo de tiempo. Para ello se toman en consideración los árboles, los arbustos, las plantas herbáceas y la cubierta vegetal.

### REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Período histórico entre 1760 y la década de 1840. Marca la transición de una sociedad agrícola a una sociedad industrial. La Revolución Industrial comenzó en Europa y en los Estados Unidos. Condujo a un rápido desarrollo de la productividad, las tecnologías, los servicios y la ciencia, así como a un crecimiento de la población.

### SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los seres humanos pueden beneficiarse directa o indirectamente de los ecosistemas, que les proveen de servicios. Estos se agrupan en cuatro categorías: servicios de aprovisionamiento, de regulación, de mantenimiento y culturales. Por ejemplo, los ecosistemas producen oxígeno (mediante la fotosíntesis) y alimentos y nos proporcionan materias primas. También mantienen la fertilidad del suelo, fertilizan las plantas y protegen las costas.

### SEQUÍA

Fenómeno de escasez prolongada del suministro de agua. Puede durar meses o años, o puede declararse después de solo quince días.

### SISTEMA ALIMENTARIO

El sistema alimentario incluye todas las etapas por las que pasan nuestros alimentos, desde la granja hasta la mesa: producción, transformación, almacenamiento, distribución, consumo y reciclaje.

### SISTEMA COMPLEJO

Sistema (p. ej. sistema climático) regulado por numerosos factores que interactúan y se influyen entre sí, por ejemplo, la atmósfera, el océano, la tierra y la biosfera.

### SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR

Debido al cambio climático, el nivel medio mundial del mar ha subido unos 15 cm entre 1900 y 2018. El ritmo actual de subida oscila entre 3 y 4 mm/año. Se prevé que el nivel del mar aumente entre 20 cm y más de 1 m para finales de siglo, dependiendo de la cantidad de gases de efecto invernadero que emitamos.

### SUMIDERO DE CARBONO

Reservorio natural que almacena compuestos químicos que contienen carbono y que se van acumulando a lo largo del tiempo. Los sumideros de carbono ayudan a reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico. Los sumideros naturales son el suelo —el mayor almacén de carbono— y parte de la biosfera a través de la fotosíntesis de las plantas terrestres y del fitoplancton y las algas marinas. El proceso incorpora el CO<sub>2</sub> atmosférico y lo transforma en azúcares por medio de la energía solar.

### TIEMPO METEOROLÓGICO

Es el estado de la atmósfera en un momento y lugar determinados. Para definirlo se tienen en cuenta numerosas variables como la temperatura, las precipitaciones, la nubosidad o el viento.

### TIERRA ÁRIDA

Las zonas áridas son ecosistemas caracterizados por la falta de agua. Incluyen tierras de cultivo, matorrales, arbustos, pastizales, sabanas, semidesiertos y verdaderos desiertos.

### TORMENTAS DE POLVO

Masas de arena y polvo levantadas por el viento en zonas muy secas, como los desiertos.

### VARIABILIDAD NATURAL

Variaciones del sistema climático que no están relacionadas con las actividades humanas (alternancia de las eras glaciales e interglaciales, por ejemplo).

### VULNERABILIDAD

Sensibilidad de una población cuando es expuesta a los peligros del cambio climático y a sus consecuencias. Por ejemplo, una región situada a baja altitud y dotada de importantes recursos e infraestructuras de protección costera es menos vulnerable a la subida del nivel del mar que la misma región con recursos económicos modestos y sin infraestructura que proteja sus costas.

### ZONAS CLIMÁTICAS

Zonas con climas distintos que pueden clasificarse según diferentes parámetros, tales como la temperatura, las precipitaciones, etc.

# AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado de una estrecha colaboración entre el equipo de la *Office for Climate Education* y sus numerosos colaboradores del ámbito científico y pedagógico.

Los autores desean agradecer a:

Los expertos que apoyan a la OCE, que participaron en la redacción de los resúmenes científico y pedagógico o que, mediante sus comentarios críticos y sus propuestas, contribuyeron al diseño de las actividades pedagógicas. En orden alfabético: **Juan Carlos Andrade, Apurva Barve, Badin Borde, Jean-Philippe Cassar, Sarah Connors, Caroline Coté, Nicolas Demarthe, Sanny Djohan, Randy Fananta, Dulce Yaahid Flores Rentería, Étienne Guyon, Catherine Jean, Mélodie Majidi, Ghislain de Marsily, María Martín, Claudia Martínez, Benjamin Mallon, Cliona Murphy, Minal Pathak, Prajal Pradhan, Laurine Quesney, Pilar Reyes, Anwar Rumjaun, Edith Saltiel, Pramod Kumar Sharma, Jenny Schlüpmann, Virginie Vitse, Henri Van Damme y Gabrielle Zimmermann.**

Los profesores que probaron las actividades en sus aulas. En orden alfabético: **Isabelle Aubry, Catherine Broch, Manuella Cany, Patricia Dollet, Marina Drouot-Kort, Françoise Ferchal, Laurence y François Flament, Paul Frommer, Solen Goareguer, Stevens Sven Guyon, Sandra Jost, Françoise Junod, Karine Krembel, Katia Leroy, Catherine García-Maisonnier, Guillaume Pages, Nathalie Pasquet, Audrey Poisseau-Grand, Olivier Raguene, Lola Seeman, Natthalie Tinet, Isabelle Trassaert y Marie-Laure Zippert.**

Las siguientes organizaciones, que han autorizado el uso del contenido de sus publicaciones. En orden alfabético: **Academia de las Ciencias de California, Trócaire y el Centro de Derechos Humanos y Educación para la Ciudadanía (CHRCE) del Instituto de Educación de la DCU (recursos “Creating Futures”).**

Los expertos que participaron en la elaboración de las actividades interactivas y los videos que acompañan esta guía didáctica. En orden alfabético: **Bastien Castagnerol, Isabelle Chuine, Denis Couvet, Gwendal Drouelle, Pierre-Michel Forger, Romain Juillard y Simon Chamailé-James.**

Los diseñadores gráficos y directores que han contribuido a hacer funcionales y atractivos los recursos: **Dorothée Adam, Romain Garouste, Bruno Marie, Claire Mazard y Mareva Sacoun.**

Las personas, profesores o expertos que nos han dado su testimonio a propósito de los proyectos “Actuamos”: **Raphaëlle Thiollier y Brigitte Vallet (proyecto Oasis), Eloise Detcheverry, Sébastien Baron, Mathieu Missonier y Fabrice Teletchea (proyecto Acuaponía), Bastien Castagnerol (proyecto Guardianes de árboles), Sophie Fueyo (proyecto Orbis), Guillaume Chevalier, Elise Lachat, Paul Kopp, Claudia Graziani, Stephane Pax, Claire-Lise Zeller, Caroline Finance, Julie Joffrey, Ikram Lalouch, Béatrice Calderon, Julien Baudry, Stéphanie Demaretz, François Bordier y Emmanuel Baroux (proyecto Climatón) e Isis Flores (proyectos Huerto Challenge y Biodigestores).**

Por último, la OCE desea dar las gracias a las siguientes organizaciones, cuyo apoyo científico, operacional y financiero ha sido esencial para elaborar estas herramientas educativas. En orden alfabético:

**ADEME, AXA, CASDEN, Dublin City University, Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), Freie Universität Berlin, ministerio francés de Educación, ministerio francés de Transición Ecológica, Fundación de Educación Ambiental (FEE), Innovec, Unidades de apoyo técnico de los Grupos de Trabajo 1, 2 y 3 del IPCC, Instituto Pierre Simon Laplace, Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), Investissements d’avenir, Fundación Ginkgo, Fundación La main à la pâte, Fundación Luciole, Instituto de Educación de Mauricio, Météo France, asociación Météo et Climat, Fundación Prince Albert II de Monaco, Pôle Régional pour l’Enseignement de la Science et de la Technologie, Siemens Stiftung, Universidad de la Sorbona y UNESCO.**

# DERECHOS DE AUTOR

- Pág. 8 Lydie Lescarmontier
- Pág. 11 Tom Fisk on Pexels
- Pág. 12 Patty Jansen on Pixabay
- Pág. 22 Bill Wegener on Unsplash
- Pág. 23 Daian Gan on Unsplash
- Pág. 30 Isabelle Aubry
- Pág. 35 Kévin Faix
- Pág. 36 Wikimages on Pixabay
- Pág. 40 Marion on Pixabay
- Pág. 42 Nikolas Noonan on Unsplash
- Pág. 43 Santa on Pixabay
- Pág. 44 Bruce Detorres on Flickr
- Pág. 46 OCE
- Pág. 72 Académie de Nantes
- Pág. 78 Juliana Amorim on Unsplash
- Pág. 81 Hilde Demeester on Unsplash
- Pág. 86 Simon Klein
- Pág. 103 Isaac Bursey on Pixabay  
Jörg Vieli on Pixabay
- Pág. 104 Greg Hume on Wikimedia Commons  
Leopold Corey on Wikimedia Commons
- Pág. 105 Christian Tørrisen Bjørn on Wikimedia Commons  
Yathin S Krishnappa on Wikimedia Commons
- Pág. 106 Factumquintus on Wikimedia Commons  
Tom Fisk on Pexels
- Pág. 107 David Sedlmayer on Wikimedia Commons  
Tamara Gomez
- Pág. 108 Jonathen Pie on Unsplash  
Lydie Lescarmontier
- Pág. 109 Nasa  
Strichpunkt on Pixabay
- Pág. 114 Simon Klein
- Pág. 117 Jonathan Kemper on Unsplash
- Pág. 123 Jeremy Kemp on Wikipedia  
R. Henrik Nilsson on Wikimedia Commons
- Pág. 139 Isabelle Aubry
- P. 142, 143 Peter Menzel / Cosmos – from the book  
*Hungry Planet: What the World Eats*
- Pág. 158 Google Earth  
Greenpeace  
Perlinkinso on Wikimedia commons  
Terre-net Média
- Pág. 159 Gica  
Google Earth  
Jonas Bendiksen  
Lula Farms on Wikimedia commons
- Pág. 160 Co'ox Mayab  
Google Earth  
F. Grudet on Wikimedia commons  
Serge Bahuchet & Jean-Marie Betsch
- Pág. 161 Chandni Navalkha on Mongabay  
CNES  
Google Earth  
Grain.org  
LandSat  
Slpu9945 on iStock
- Pág. 164 Kim and Drew Westcott for ABC
- Pág. 167 Simon Klein
- Pág. 172 Bertconcepts on Flickr
- Pág. 181 Petterik Wiggers for Oxfam
- Pág. 185 Katia Leroy
- P. 205, 206 Catherine Broch
- Pág. 207 La main à la pâte
- Pág. 208 Catherine Broch
- Pág. 212 Markusszy on Wikimedia  
Markus Spiske on Pexels  
Anders Hellberg  
Kai Stachowiak
- Pág. 214 La main à la pâte  
Véronique Delachienne
- Pág. 215 La main à la pâte  
Christine Barbier
- Pág. 219 Hitesh Choudhary on Pexels  
Unknown on Trócaire  
Peter O'Doherty on Trócaire
- Pág. 220 Trócaire  
Unknown on Peakpx  
Ibar Silva C. on Flickr
- Pág. 224 Mark Harpur on Unsplash  
Alfredo Borba on Wikimedia Commons  
Mosa Moneke on Unsplash
- Pág. 225 Les petits débrouillards  
GandolT on Wikimedia Commons  
NASA
- Pág. 226 Yaelstav on Wikimedia Commons  
Profmauri on Wikimedia Commons  
Victoria Kolbert on Wikimedia Commons
- Pág. 227 Melissa.s on Wikimedia Commons  
Silvio Marchini on Fundacaocrystalino  
EE Eco-schools LCC GO Green Eco Club  
Loreto College Curepipe, Mauritius
- Pág. 229 La main à la pâte
- Pág. 237 Simon Klein
- Pág. 239 CAUE 75 for Projet OASIS
- Pág. 241 Guillaume Rech
- Pág. 242 ALB for La1ere
- P. 244, 245, 246 Isis Flores
- Pág. 248 Bastien Castagneyrol
- Pág. 250 Sophie Fueyo
- Pág. 260 Jeon Sang-O on Pixabay

Le agradecemos que dedique unos minutos a darnos su opinión sobre esta guía didáctica.





**El clima en nuestras manos** es una colección de recursos educativos para escuelas primarias y secundarias creada por la Oficina de Educación Climática y sus socios colaboradores.

Este segundo volumen, titulado **El cambio climático y la tierra**, ofrece un plan de lecciones listo para utilizarse en el aula y diseñado para que los alumnos comprendan el cambio climático y sus consecuencias en la tierra en sus dimensiones científica y social, tanto a nivel local como mundial. El propósito es desarrollar sus habilidades de razonamiento y orientarlos para que adopten medidas (mitigación y/o adaptación) en sus escuelas o entornos cercanos.

Tal y como afirmó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático:

- **La tierra es el lugar que habitamos.**
- **Está sometida a una presión humana cada vez mayor.**
- **La tierra es parte de la solución,**
- **pero no puede hacerlo todo.**

Este recurso:

- se dirige a alumnos desde el último año de la escuela primaria hasta el último de la escuela secundaria (9 a 15 años);
- incluye un resumen científico y un resumen pedagógico, planes de lecciones, actividades, hojas de trabajo y enlaces a recursos externos (videos y actividades multimedia);
- tiene un enfoque interdisciplinario e incluye lecciones que abarcan disciplinas de ciencias naturales, ciencias sociales, artes o filosofía;
- promueve la pedagogía activa (indagación, juegos de rol, debates) y el aprendizaje basado en proyectos.



UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE

BAJO LA ÉGIDA DE



Under the auspices of  
**UNESCO**

United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Creada en 2018 por la Fundación *La main à la pâte* y la comunidad científica del clima, la Oficina de Educación Climática (OEC) promueve en todo el mundo la educación sobre el cambio climático y apoya a los docentes asociados. Desde 2020, la OEC es una entidad auspiciada por la UNESCO.

MIEMBROS FUNDADORES



CON EL APOYO DE



ISBN 978-2-491585-13-6



9 782491 585136