



Office
for Climate
Education

REPORTES ESPECIAL
DEL IPCC
“CALENTAMIENTO GLOBAL
DE 1.5 °C”
RESUMEN PARA PROFESORES



Publicación original en inglés disponible en el sitio web de la OCE

Coordinadora

Lydie Lescaumontier (OCE, Francia)

Autores (en orden alfabético)

Eric Guilyardi (IPSL, Francia), Lydie Lescaumontier (OCE, Francia), Robin Matthews (Grupo de Trabajo I, IPCC, Francia), Sakina Pen Point (OCE, Francia), Anwar Bhai Rumjaun (Instituto de Educación de Mauricio, Mauricio), Jenny Schlüpmann (Universidad Libre de Berlín, Alemania), David Wilgenbus (OCE, Francia)

Editores (en orden alfabético)

Badin Borde (Siemens Stiftung, Alemania), Raphaëlle Kounkou-Arnaud (Météo-France, Francia), Maria A. Martin (Instituto de Investigación del Impacto Climático de Potsdam, Alemania), Christine Niewöhner (Siemens Stiftung, Alemania), Vincent Viguié (CIRED, Francia)

Agradecimientos

Unidad de Soporte Técnico del Grupo de Trabajo I de IPCC por proporcionar información general

Fecha de publicación

Diciembre de 2018

Fotografías

John Salvino (portada)
Patrick Hendry (página 8)
Bill Wegener (páginas 11 y 23)
VanveenJF (página 13)
NASA (página 16)
Juha Lakaniemi (página 17)
John Westrock (página 21)

Arte

Mareva Sacoun (mareva.sacoun@gmail.com)

Responsable de la edición en español
Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C. (INNOVEC)

Traducción

Martín Manrique

Revisión y edición

Claudia Mariela Robles González y Juan Carlos Andrade Guevara

Diseño editorial

Abril Estefanía Jara Pérez

Fotografías (Versión en español)

Tomadas de la versión original (Págs. 10, 16, 19, 21 y 26)
Archivo INNOVEC (Portada, págs.14 y 32)

Este trabajo (con excepción de las fotografías) está publicado de acuerdo con la siguiente licencia Creative Commons. Puede compartirse, utilizarse y adaptarse siempre que no se le dé un uso comercial.





“Cada grado cuenta, cada año cuenta y cada decisión cuenta: dejar de actuar hoy es dificultar la tarea de las próximas generaciones (...). Limitar el calentamiento global a 1.5 °C no es imposible, pero requiere de políticas contundentes e inmediatas.”

Valérie Masson-Delmotte, codirectora del Grupo de Trabajo I del IPCC (8 de octubre de 2018, discurso dirigido al Senado de Francia)

Introducción

¿QUÉ ES EL IPCC?

El Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) es un organismo internacional dedicado a **evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático**, que fue establecido en 1988 por las Naciones Unidas. Su objetivo es proporcionar a las instituciones capaces de adoptar medidas, una evaluación periódica de los avances científicos en el área del cambio climático, incluyendo impactos posibles y opciones para adaptarnos a ellos, así como maneras de reducir las emisiones de gases que producen el efecto invernadero. Estas evaluaciones presentan modelos de cambio climático futuro basados en distintos escenarios de emisiones a nivel global (crecimiento continuo, reducción rápida, etc.), así como los riesgos correspondientes para sistemas humanos y naturales. Aunque se muestran opciones de respuesta y sus respectivas implicaciones, los reportes no indican a las instituciones correspondientes las acciones que deben tomar: “están relacionados con la toma de medidas pero no las determinan”. **Las evaluaciones del IPCC están escritas por cientos de científicos competentes de todo el mundo, y han sido adoptadas formalmente por los gobiernos de los 195 países que son miembros.** El IPCC trabaja mediante la evaluación de material científico publicado, en lugar de llevar a cabo sus propias investigaciones.

Los reportes principales de evaluación son emitidos por el IPCC cada seis años aproximadamente, aunque hay Reportes Especiales intermedios más específicos. Durante el presente ciclo de evaluación del IPCC, que es el sexto, se publicarán tres Reportes Especiales:

- Calentamiento global de 1.5 °C
- La tierra emergida y el calentamiento global
- El océano y la criósfera en un clima que cambia

Conceptos clave:

Calentamiento global, gases que generan el efecto invernadero, efecto invernadero antropogénico, grupos de trabajo del IPCC

Los autores que contribuyen en los reportes del IPCC están organizados en tres grupos de trabajo:

- Grupo de Trabajo I: se ocupa de los cambios en el sistema del clima y en el ciclo del carbono que han tenido lugar en el pasado y que pueden llegar a suceder en un futuro (“la base de la ciencia física”)
- Grupo de Trabajo II: se ocupa de los impactos pasados y futuros, así como de las opciones para adaptarnos a ellos (“impactos, adaptación y vulnerabilidad”)

— Grupo de Trabajo III: se ocupa de las maneras de reducir las emisiones de gases que generan el efecto invernadero (“mitigar el cambio climático”)

Cada reporte tiene un resumen dirigido a los responsables de adoptar las medidas correspondientes (*SPM*, por sus siglas en inglés).

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE GENERAR UN REPORTE SOBRE LA SITUACIÓN CORRESPONDIENTE A UN CALENTAMIENTO GLOBAL DE 1.5 °C?

El Acuerdo de París, de gran importancia histórica, al cual se llegó en París en diciembre de 2015, ha tenido gran influencia en las discusiones internacionales sobre cambio climático. Casi todos los países que producen grandes cantidades de gases que generan el efecto invernadero han ratificado el Acuerdo de París. Estos países son responsables de alrededor del 90% de las emisiones globales de dichos gases. El objetivo del acuerdo es mantener el calentamiento global sustancialmente por debajo de los 2 °C, así como hacer “esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1.5 °C”. El acuerdo contempla la reducción de emisiones, la adaptación a los impactos y las maneras de pagar dichos esfuerzos. Este objetivo muestra cómo su importancia se ha incrementado significativamente,

pues las discusiones internacionales previas se habían enfocado en mantener el aumento de la temperatura limitado a 2 °C.

Para reunir conocimiento científico acerca de esta nueva y ambiciosa meta a nivel global, el IPCC fue invitado formalmente a producir un **Reporte Especial referente al calentamiento global de 1.5 °C**. Después de dos años de trabajo conjunto por parte de 74 científicos procedentes de 40 países distintos, el reporte quedó listo. Fue ratificado por todos los países miembros del IPCC en octubre de 2018, en una reunión que tuvo lugar en Corea del Sur.

A continuación presentaremos un resumen del **Reporte Especial referente al calentamiento global de 1.5 °C, hecho especialmente para profesores de escuela.**

Se presenta con una selección de actividades y ejercicios que pueden implementarse en el aula.

ACTIVIDAD ESCOLAR

PREGUNTA: ¿Por qué este reporte del IPCC se conoce como “el reporte de 1.5 °C”?



LA CIENCIA CLIMATOLÓGICA
QUE RESPALDA EL REPORTE DE 1.5 °C DEL IPCC

A. Entender el calentamiento global

Las emisiones de gases de efecto invernadero, en el pasado, el presente y el futuro

LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

En el siglo XIX, el progreso en la ciencia y la tecnología condujeron a la **Revolución Industrial**. La industrialización empezó en Gran Bretaña; de ahí se extendió al resto de Europa y después a todo el mundo. Además de la expansión en la industria, el transporte y la agricultura, la población global aumentó rápidamente gracias al progreso en higiene y medicina. Todos esos factores condujeron a un incremento muy rápido en el consumo de combustibles fósiles y, como consecuencia, en la cantidad de gases que generan el efecto invernadero.

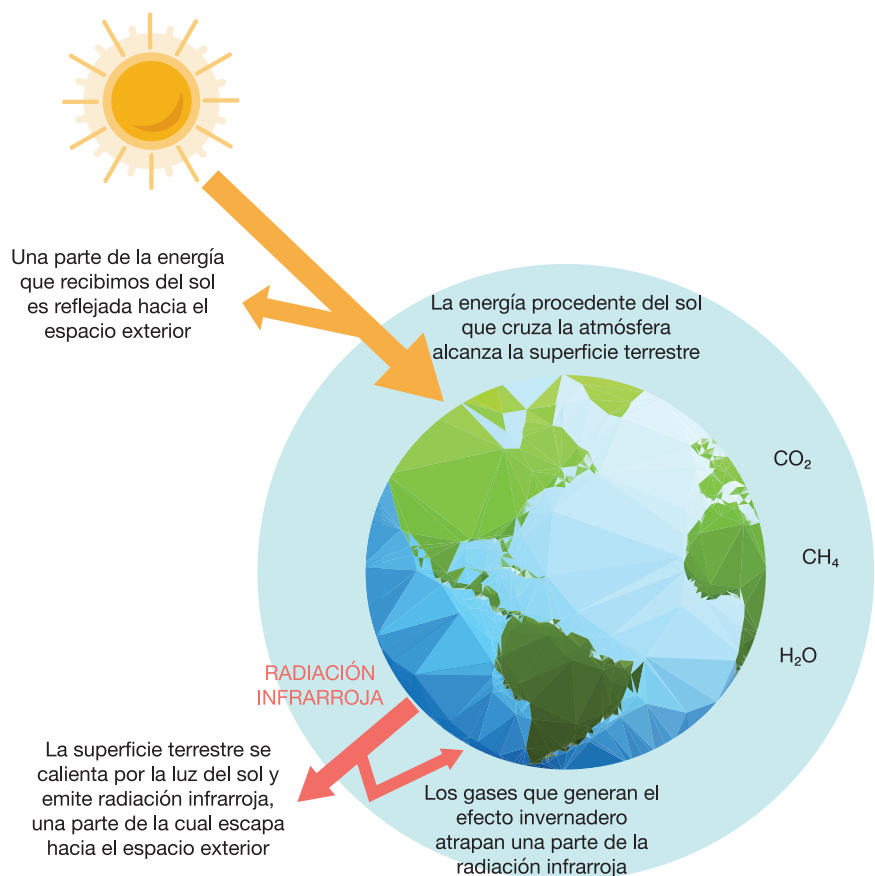
EL EFECTO INVERNADERO: ¿CÓMO ESTAMOS TRANSFORMANDO EL CLIMA?

Los rayos del sol viajan a través de la atmósfera y calientan la superficie terrestre, la cual produce **radiación infrarroja** como consecuencia. Una parte de este calor no puede escapar al espacio exterior, pues es atrapado por los **gases que generan el efecto invernadero** presentes en la atmósfera (principalmente vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y ozono), así que regresa a la superficie terrestre. Entonces los gases que generan el efecto invernadero funcionan como

una cobija, atrapando el calor. Como resultado, la temperatura de las partes bajas de la atmósfera es mayor de lo que sería sin la presencia de dichos gases. Si los gases que generan el efecto invernadero no existieran, la temperatura promedio en la superficie

terrestre sería $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que actualmente es de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los gases que generan el efecto invernadero, GEI (*GHGs*, por sus siglas en inglés) producidos por la actividad humana incrementan

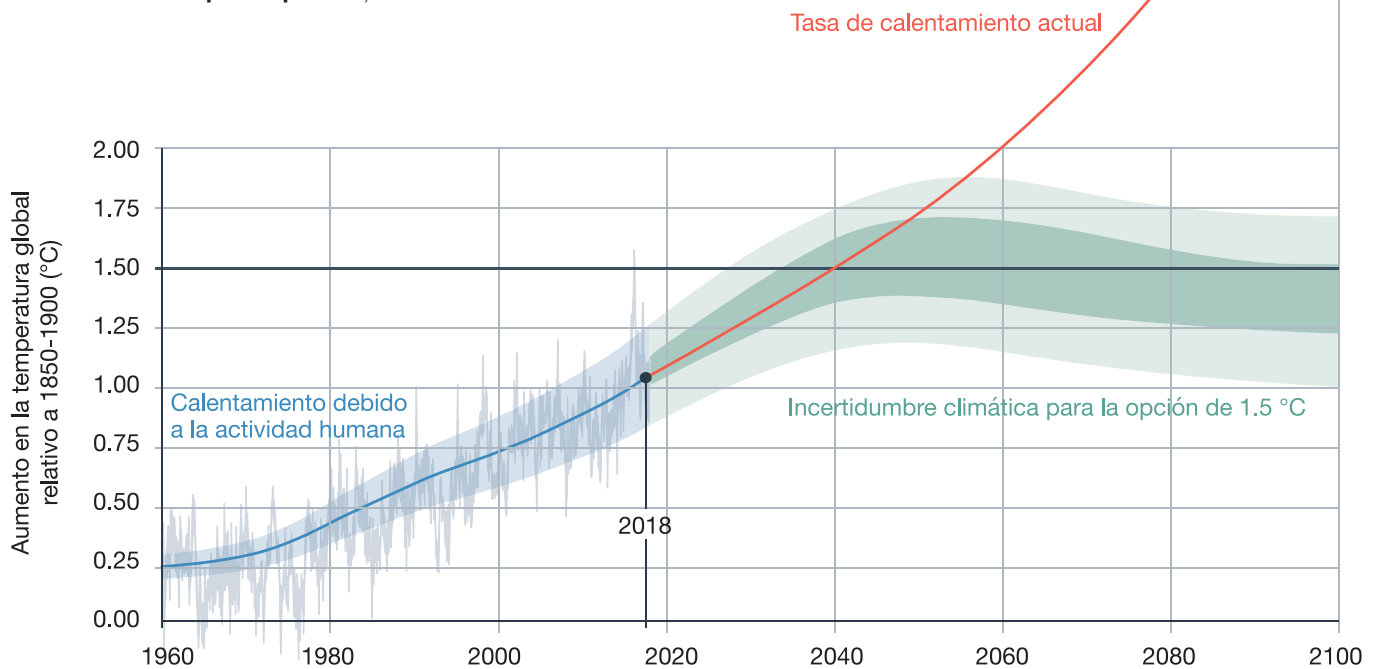


Funcionamiento del efecto invernadero

Adaptada de una figura de Lannis
<https://fr.wikimini.org/>

la efectividad de esa “cobija atmosférica”, aumentando la temperatura. A esto se le conoce como **calentamiento global**. Hasta ahora, las emisiones producidas por los humanos desde el comienzo de la **Revolución Industrial** (es decir, sin considerar la **época previa**) han

generado un calentamiento global de **1.0 °C**. Si dichas emisiones no se reducen, es probable que el **incremento en la temperatura global alcance 1.5 °C** entre 2030 y 2052, lo que significaría un aumento de 0.5 °C respecto a la temperatura actual.



El aumento de la temperatura debido a la actividad humana desde el comienzo de la revolución industrial alcanzó 1.0 °C en 2018. Si se mantiene la tasa de crecimiento actual, dicho aumento alcanzará 1.5 °C alrededor del 2040

Adaptado del Reporte Especial referente al calentamiento global de 1.5 °C (IPCC)

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: ¿Qué es el clima y en qué se diferencia del estado del tiempo?

Busca la definición de “clima” en el sitio web de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés): <https://public.wmo.int/es>

Palabras clave: 30 años, temperatura, precipitación, atmósfera.

En sentido estricto, el clima suele definirse como el promedio de los estados del tiempo en una región determinada durante al menos 30 años. De manera más específica y en términos estadísticos, es la media y la variabilidad de los registros relevantes durante un periodo de tiempo que pueden ser meses o miles de millones de años. El clima nos dice qué ropa debemos comprar; el estado del tiempo determina lo que debemos ponernos cada día.

El periodo convenido para promediar las variables del clima es de 30 años, según lo define la Organización Meteorológica Mundial. Las cantidades relevantes suelen ser variables medidas en la superficie terrestre, como temperatura, precipitación y viento. En un sentido amplio, el clima es el resultado de los promedios de las variaciones cotidianas en el sistema climático.

PREGUNTA: ¿Qué es un gas de efecto invernadero?

Haz una lista que incluya varios gases que generan el efecto invernadero. Explica cómo se producen dichos gases.

TAREA: Explica el efecto invernadero con un dibujo y un texto corto

Utiliza las siguientes palabras: emisión, absorción, reflexión, radiación infrarroja, atmósfera, superficie terrestre.

Explica la diferencia entre el efecto invernadero natural y el antropogénico (“antropogénico” significa que es producido por la actividad humana).

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Lee el resumen del artículo *Forzamiento radiativo y cambios químicos en la atmósfera* y explica las consecuencias del aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero causados por la actividad humana.

<http://www.rac.es/ficheros/doc/00914.pdf>

TAREA: Explica el significado de “calentamiento global”.

PREGUNTAS: El CO₂ es emitido al quemar combustibles fósiles. ¿Cómo puede reducirse la emisión de CO₂? ¿Cómo puede reducirse la emisión de otros gases que generan el efecto invernadero, como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O)?

Palabras clave: producción de biogás, reforestación, utilizar menos fertilizantes en la agricultura, energía renovable, ahorro de energía.

TAREA: Explica la relación que hay entre los hidrofluorocarbonos, la capa de ozono y el calentamiento global.



INERCIA CLIMÁTICA

Incluso si fuéramos capaces de detener inmediatamente todas las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, la temperatura a nivel mundial se estabilizaría pero no disminuiría: se necesitan siglos o milenios para que el CO₂ presente en la atmósfera decaiga de manera natural. El nivel del mar seguiría aumentando durante todo ese tiempo, como consecuencia del calentamiento superficial previo. Para alcanzar la temperatura global que había antes de la revolución industrial es necesario eliminar activamente el CO₂ de la atmósfera.

EL ACUERDO DE PARÍS

En el Acuerdo de París, 195 países se comprometieron a limitar el calentamiento global muy por debajo de 2 °C, y a tratar de mantenerlo

inferior a 1.5 °C. Aunque limitar el calentamiento global a 1.5 °C es aún posible, la tarea no es fácil debido a las emisiones previas de gases de efecto invernadero. Debemos actuar de manera rápida y contundente para alcanzar dicho objetivo.

Esto significa que las emisiones globales de CO₂ deben disminuir prácticamente a cero en pocas décadas, mediante una reducción continua a gran escala que involucre todas las regiones del planeta y todos los sectores económicos.

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Encuentra la vida media en la atmósfera de distintos gases que generan el efecto invernadero.

“Vida media en la atmósfera” es el tiempo promedio que una molécula de un gas determinado (u otro material) permanece en la atmósfera.

Utiliza los datos referentes a la vida media en la atmósfera de distintos gases que generan el efecto invernadero para explicar **la razón de que el calentamiento global “persista necesariamente por siglos o milenios”**.

Los impactos climáticos y la adaptación a ellos

El calentamiento global está produciendo cambios en el sistema climático (impactos físicos climáticos) que ya afectan a humanos, plantas, animales y ecosistemas. Varios impactos físicos pueden tener lugar simultáneamente y pueden interactuar con factores no climáticos, como la contaminación.

A continuación, explicaremos los diferentes tipos de impactos climáticos y la razón de que algunas regiones y poblaciones corran un riesgo mayor que otras. En muchos casos, podemos actuar para reducir los impactos mediante un proceso iterativo de planeación e implementación de medidas para combatirlos (**adaptación**). Como la adaptación tiene lugar a nivel regional, la sabiduría local y tradicional puede desempeñar un papel clave. En esta sección presentaremos dicho concepto, así como la noción de **incertidumbre** respecto a la manera en que el clima cambiará en el futuro.

IMPACTOS FÍSICOS

Con el término **“calentamiento global”** nos referimos al **incremento de la temperatura superficial promedio en todo el planeta**. Sin embargo, **algunas regiones se calientan más que otras**. Por ejemplo, **el calentamiento ha sido mayor en el Ártico que en otras partes del mundo**, y también **suele ser más marcado en la tierra emergida** que en los océanos. Entre 2006 y 2015, de 20% a 40% de la población mundial experimentó un calentamiento de 1.5 °C cuando menos en una estación del año.

El cambio climático se manifiesta en diferentes escalas temporales.

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Observa la Fig. 1 de la sección "Anexos", donde se muestra el aumento en la cantidad de noches cálidas (temperatura mínima mayor igual que 20 °C) y días cálidos (temperatura máxima mayor igual que 35 °C) en Europa.

Aproximadamente, ¿cuántos días y noches cálidos habrá en el periodo de 2071 a 2100 en comparación con el periodo de 1961 a 1990...

- en el sur de Portugal?
- en el norte de Alemania?
- en Noruega?

Fuente: European Environment Agency (Agencia Europea del Medioambiente)

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/increase-in-the-number-of>

Modifica la naturaleza de fenómenos climáticos localizados de corta duración, como los huracanes, y presenta efectos acumulativos que tienen lugar a lo largo de varias décadas, como el aumento en el nivel del mar. Los efectos a corto y largo plazo pueden interactuar y retroalimentarse entre sí (por ejemplo, las inundaciones generadas por una tormenta son más marcadas debido al aumento paulatino en el nivel del mar).

CAMBIOS EN FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS DEBIDOS AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Es muy probable que el cambio climático haga que los fenómenos meteorológicos extremos (ondas de calor, precipitación extrema, inundaciones y sequías) se vuelvan más frecuentes y más severos. Si el calentamiento global es muy marcado, se espera que los

huracanes de gran intensidad sean más frecuentes, aunque el número total de huracanes probablemente decrezca.

CAMBIOS GRADUALES DEBIDOS AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Al intensificarse el ciclo del agua a nivel global, generalmente las áreas secas se vuelven más secas, pues **la evaporación es mayor**, mientras que las áreas húmedas se vuelven más húmedas.

El aumento en el nivel del mar es causado por el derretimiento del hielo perpetuo en las montañas y cerca de los polos, así como por la expansión térmica del agua en los océanos. Conforme el agua del mar se calienta, el volumen de los océanos aumenta debido al proceso conocido como expansión térmica, que tiene lugar a cualquier temperatura. La fusión del hielo

presente en la tierra emergida (**glaciares de montaña**, así como el hielo presente en Groenlandia y la Antártida) genera también que aumente el nivel del mar. El agua generada al fundirse el hielo de la tierra emergida corre hacia el océano bajo efecto de la gravedad.

Desde 1979, el hielo marítimo del Ártico ha decrecido continuamente. El hielo marítimo, que flota en el océano, no contribuye a que aumente el nivel del mar.

Además de calentar el planeta, la acumulación de CO₂ en la atmósfera tiene otro impacto directo: se disuelve en el agua oceánica y reacciona con ella para formar ácido carbónico, aumentando la acidez de los océanos mediante un proceso conocido como “**acidificación oceánica**”.

IMPACTOS Y ADAPTACIÓN PARA LOS SISTEMAS HUMANOS

El calentamiento global puede **afectar negativamente una gran cantidad de actividades y necesidades humanas**, y eso ya está empezando a suceder. El aumento en la frecuencia con que se presentan fenómenos climáticos extremos puede afectar la producción agrícola, mientras que las altas temperaturas favorecen la propagación de enfermedades infecciosas a regiones donde antes no existían. La disponibilidad de agua dulce puede verse afectada por la fusión de los glaciares y la alteración de los patrones con que se presentan las lluvias. El aumento en el nivel del mar genera diversos impactos, como la erosión costera o la filtración de agua salada en el suelo y los estuarios, lo que afecta los suelos agrícolas y los depósitos naturales de agua dulce.

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Reflexiona sobre las causas de que el nivel del mar esté aumentando.

Sin embargo, debemos tomar en cuenta que, si bien en conjunto los impactos del cambio climático tienden a ser negativos para los ecosistemas y la actividad humana, en algunos casos puede haber efectos benéficos, como una extensión en los periodos de producción agrícola. También es importante tener en mente que dichos cambios no ocurren de manera aislada, sino que interactúan con otros factores que generan resultados tanto positivos como negativos. Por ejemplo, el consumo desmedido de agua en un área con riesgo de sequía, puede hacer que la población sea más vulnerable cuando la sequía efectivamente ocurra.

El grado en el que un cambio físico determinado afecta una región particular, no sólo depende de la magnitud del cambio en sí, sino también del **grado de exposición** de la región a dicho cambio y el **nivel de vulnerabilidad** de su población y su infraestructura. En lo que respecta al aumento del nivel del mar, la población más expuesta es la que vive en regiones costeras y en islas, mientras que la más vulnerable tiende a ser la de escasos recursos económicos, como la que habita en naciones en vías de desarrollo en las islas del Pacífico. En cuanto a las sequías, la población que depende directamente de la agricultura para su supervivencia suele ser la más vulnerable, pues es muy susceptible a los cambios de temperatura y precipitación.

El nivel de exposición y vulnerabilidad de una región y de su población puede cambiar con el tiempo. De hecho, los esfuerzos para adaptarse al cambio climático apuntan a reducir el grado de exposición y vulnerabilidad en casos específicos. La vulnerabilidad puede reducirse mediante el desarrollo económico y la diversificación, mientras que la exposición disminuye con el movimiento de población e infraestructura a lugares más seguros (por ejemplo, a tierras más altas en el caso del aumento en el nivel del mar).

Una de las dificultades principales en los esfuerzos de adaptación al cambio climático es que los efectos de dicho cambio son **impredecibles**. Por ejemplo, consideremos el aumento en el nivel del mar: el incremento futuro se deberá principalmente a la Antártida y Groenlandia, pues el hielo de dichos lugares representa la cantidad mayor de hielo continental (con un grosor promedio de 2.5 kilómetros en la Antártida y de 2 km en Groenlandia). Sin embargo, las estimaciones sobre el efecto que tendrá la fusión de dicho hielo varían de **25 cm a más de 1 m** para 2010, dependiendo en parte de la cantidad de CO₂ que emitamos en las próximas décadas. La incertidumbre en las predicciones sobre el cambio climático futuro también se debe a las diferencias en las estimaciones sobre la cantidad de calentamiento global que resultará de un mismo aumento en

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Piensa en algunas medidas de adaptación y mitigación para tu casa, tu pueblo, ciudad, y tu país.

En la Fig. 2 de la sección "Anexos" encontrarás algunas ideas.

Fuente: Cárdenas G. (2018). *Contra el cambio climático. ¿Cómo ves?*, No.237, 16-19.



la cantidad de gases que generan el efecto invernadero, es decir, a la vulnerabilidad del sistema climático a nuestras emisiones. Por otra parte, también hay dificultades al planear maneras de adaptarnos al cambio climático, como la construcción de protecciones costeras, porque estas opciones presentan sus propios riesgos. Al considerar posibles maneras de adaptarse al cambio climático, es importante considerar que dichas medidas no conduzcan a una producción mayor de emisiones. Las implicaciones para el **desarrollo sostenible**, incluyendo alimentos, agua y seguridad, también deben tomarse en cuenta (ver Sección D).

IMPACTOS EN LOS ECOSISTEMAS Y EN LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA

El aumento en la temperatura a nivel global genera **impactos en la biodiversidad y los ecosistemas**, y continuará haciéndolo. El calentamiento afecta

el hábitat de plantas y animales, así que éstos migran, se adaptan o perecen. Muchas especies migran hacia climas menos cálidos: en el mar, hacia los polos o hacia las profundidades; en la tierra emergida, hacia los polos o hacia tierras altas. Sin embargo, a veces esta mudanza no es posible debido a la fragmentación de su hábitat, o no puede llevarse a cabo con la rapidez suficiente.

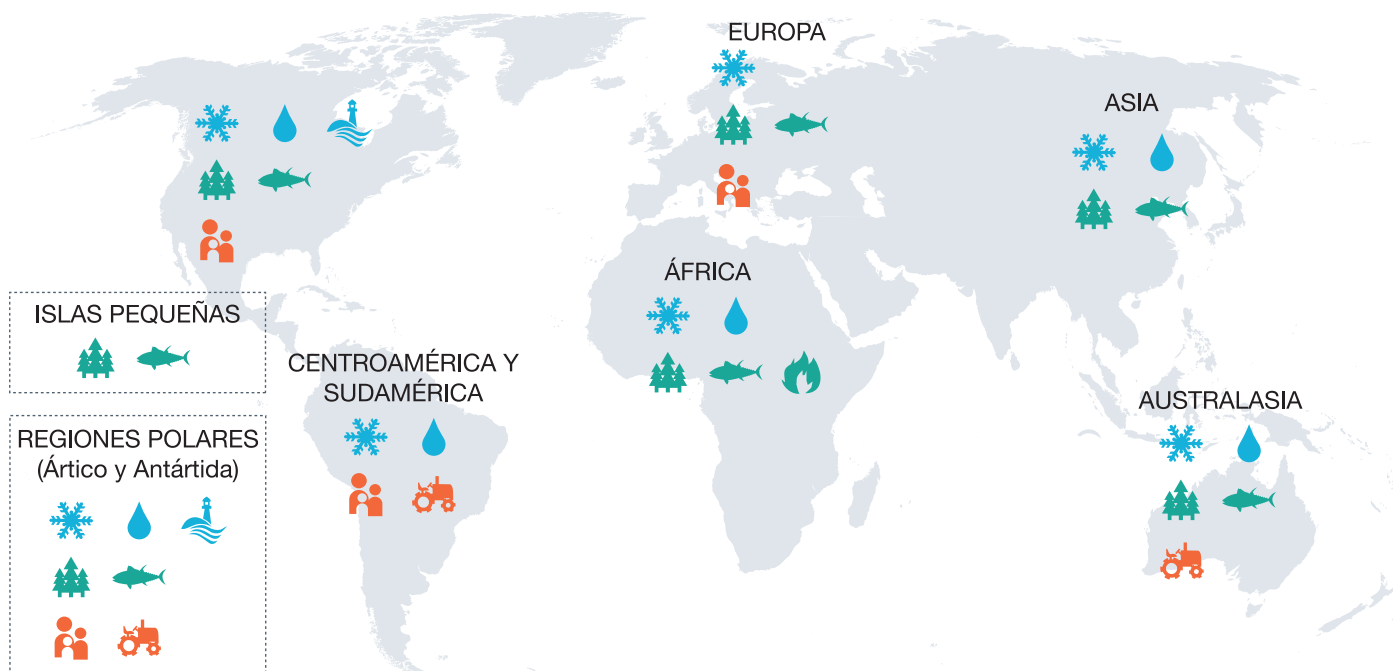
La adaptación biológica tiene lugar mediante cambios en los procesos estacionales (como la floración de las plantas) y también mediante la evolución. Dichos cambios pueden alterar la estructura de los ecosistemas, afectando los servicios que proporcionan a la humanidad (por ejemplo, la protección costera en el caso de los arrecifes de coral).

La **acidificación del océano** es otro ejemplo bien conocido de la forma en que el cambio climático puede afectar la biodiversidad. El

aumento de la acidez genera una amplia gama de consecuencias potencialmente dañinas para los organismos marinos. Por ejemplo, hay **impactos en el sistema inmunológico de los mariscos y en la formación del esqueleto de corales y de algunos tipos de plancton**.

El efecto del calentamiento en la biodiversidad dependerá de la temperatura que se alcance y de la rapidez con que se llegue a ella. Los impactos serán más importantes cuanto mayores sean la temperatura alcanzada y la rapidez del aumento. **Una tasa alta de calentamiento global reduce la probabilidad de que las especies puedan adaptarse, pues carecen del tiempo requerido.**

La siguiente sección trata sobre la gravedad del cambio climático y sus riesgos para un calentamiento de 1.5 °C y de 2 °C.



Impactos observados atribuidos al cambio climático para		
Sistemas físicos Glaciares, nieve, hielo y/o permafrost Ríos, lagos, inundaciones y/o sequías Erosión costera y/o efectos del nivel del mar	Sistemas biológicos Ecosistemas terrestres Incendios forestales Ecosistemas marítimos	Sistemas humanos o manejados por humanos Producción de alimentos Calidad de vida, salud y/o economía

Impactos a gran escala atribuidos al cambio climático de acuerdo con la literatura científica existente

Adaptado del Reporte Especial referente a un cambio climático de 1.5 °C (IPCC).

Decidimos representar un escenario donde muchos de los cambios observados se atribuyen a impactos del cambio climático.

EN RESUMEN

Las actividades humanas han generado un aumento de 1.0 °C en la temperatura global durante los últimos 150 años.

Si el calentamiento global no se controla, es probable que el aumento de la temperatura alcance 1.5 °C entre 2030 y 2052.

Nuestras emisiones de CO₂ permanecerán en la atmósfera durante siglos o milenios, manteniendo las altas temperaturas hasta mucho después de que dejemos de producir dicho gas.

El cambio climático se manifiesta a diversas escalas temporales, afectando los fenómenos climáticos extremos de corta duración y también generando cambios graduales a largo plazo, como el aumento en el nivel del mar, el derretimiento de glaciares y capas de hielo, y los cambios en la biodiversidad.

El impacto del cambio climático en una comunidad no sólo depende de la magnitud y la rapidez de los cambios físicos, sino también del grado de exposición de la localidad y del nivel de vulnerabilidad de la comunidad misma. La adaptación es difícil porque no podemos predecir con exactitud la manera en que el clima vaya a cambiar en un lugar determinado.



TAREA: La temperatura global ha aumentado en aproximadamente 1.0 °C. El calentamiento global probablemente alcance 1.5 °C entre 2030 y 2052.

Encuentra la tasa de calentamiento global actual.

Sugerencias para resolver esta tarea:

1. Utiliza valores específicos: para el punto inicial toma 2017; para “entre 2030 y 2052” toma 2036.
2. Divide la tarea en varios pasos. Hasta 2017, el aumento en la temperatura global era de 1.0 °C.
 - Sólo falta 0.5 °C para alcanzar 1.5 °C.
 - Un aumento de 0.5 °C entre 2017 y 2036 corresponde a una tasa de calentamiento de $0.5 \text{ °C} / (2036 - 2017) = 0.026 \text{ °C por año}$ (ó 0.26 °C por década).

Solución: la tasa de calentamiento actual es de aproximadamente 0.026 °C por año.

En la Fig. 2 de la sección "Anexos"

TAREA: Observa el mapa del continente americano de la Fig. 3 en la sección "Anexos" donde se muestra la vulnerabilidad potencial de cada país al cambio climático:

¿Qué regiones son particularmente vulnerables al cambio climático?

Justifica tu respuesta con argumentos claros y sólidos.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2010). *Desafío ecológico. Riesgos y soluciones para un planeta amenazado*. Tomo I. 1ª ed, 30-31.

B. Impactos del cambio climático para un calentamiento global de 1.5°C y de 2 °C

La magnitud del cambio climático depende tanto de las emisiones pasadas de gases que generan el efecto invernadero como de las que tengan lugar en los próximos años. En términos generales, entre mayor sea el calentamiento, mayores serán los riesgos y los impactos.

Un calentamiento global de 2 °C tendría impactos significativamente mayores que un calentamiento global de 1.5 °C (1.0 °C más que hoy, en contraposición a 0.5 °C más). A continuación se presentan ejemplos específicos del Reporte Especial de 1.5°C, organizados de acuerdo con el tipo de impacto.

COMPARACIÓN DE IMPACTOS PARA UN CALENTAMIENTO DE 1.5°C Y PARA UN CALENTAMIENTO MAYOR

Fenómenos extremos

A escala local, la temperatura máxima aumentaría más que el promedio mundial. Por ejemplo, para un aumento en el calentamiento global de 0.5 °C, las temperaturas máximas se incrementarían el doble o el triple (por ejemplo, aumentando 1.5 °C de 30 °C a 31.5 °C). Una cantidad tres veces mayor de personas (420 millones) se vería expuesta a ondas

de calor extremo cuando menos una vez cada cinco años. Las regiones que sufrirían impactos mayores serían el Mediterráneo y el África Subsahariana.

Esto tendría implicaciones para la salud humana, especialmente en las ciudades, que tienden a ser artificialmente más cálidas que las zonas rurales debido al efecto de "isla de calor" producido por los edificios y las calles. También hay un riesgo mayor de sequía para un calentamiento de 2 °C que para uno de 1.5 °C en el Mediterráneo y en el África Subsahariana; a nivel global, entre 200 y 300 millones de personas más estarían expuestas a la carencia de agua si la temperatura aumenta en 2 °C que si aumenta en 1.5 °C. Se presume que en latitudes altas del hemisferio norte habría más fenómenos de gran precipitación para un aumento de 2 °C que para uno de 1.5 °C.

Aumento en el nivel del mar

El nivel del mar **en el año 2100 será 10 cm mayor** si la temperatura se incrementa en 2.0 °C que si se incrementa en 1.5 °C. **Hasta 10.4 millones de personas más podrían verse expuestas a los impactos del aumento en el nivel del mar.** Rebasar el umbral de 1.5 °C aumenta el riesgo de desencadenar inestabilidades en las capas de hielo polares, que resultarían en un aumento de varios metros en el nivel del mar a lo largo de siglos o milenios. Como se explicó en la sección anterior, aún si dejáramos de emitir gases que generan el efecto invernadero en este momento, el nivel del mar continuaría subiendo durante siglos o milenios debido a su efecto.

Hielo marino

El Ártico estaría efectivamente libre de hielo durante el verano más de una vez por década si la temperatura global se incrementa en 2 °C, pero pocas veces por siglo si el aumento se restringe a 1.5 °C.

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: ¿Por qué el decremento en el hielo ártico amenaza la supervivencia de los osos polares?

Intensidad de las ondas de calor

Si la temperatura global aumenta 1.5 °C, la onda de calor será 3 °C más caliente.

Si la temperatura global aumenta 2 °C, la onda de calor será 4 °C más caliente.

Precipitación

Hay un riesgo mayor de precipitación desmedida en altas latitudes del hemisferio norte, principalmente en Asia oriental y Norteamérica, si la temperatura aumenta 2 °C que si aumenta 1.5 °C.

Pérdida de la biodiversidad

Pérdida de la mitad del hábitat natural para;

- 4% de los vertebrados para un aumento de 1.5 °C, comparado con 8% de los vertebrados para un aumento de 2 °C.
- 6% de los insectos para un aumento de 1.5 °C, comparado con 18% de los insectos para un aumento de 2 °C.
- 8% de las plantas para un aumento de 1.5 °C, comparado con 16% de las plantas para un aumento de 2 °C.

Producción de cereales

La producción disminuye más para un calentamiento de 2 °C que para uno de 1.5 °C, especialmente en África Subsahariana, el sureste de Asia y Latinoamérica.

Corales

Daño en los arrecifes de coral:

- Entre 70% y 90% para un incremento de 1.5 °C.
- Hasta 99% para un incremento de 2 °C.

Aumento en el nivel del mar

Para un calentamiento de 1.5 °C: entre 26 cm y 77 cm del 2017 a 2100.

Para un calentamiento de 2 °C: 10 cm más que en el escenario anterior; migración forzada de 10 millones de personas adicionales.

Pesca

El rendimiento anual de la pesca se verá reducido en:

- 1.5 millones de toneladas para un calentamiento de 1.5 °C.
- Más de 3 millones de toneladas para un calentamiento de 2 °C.

Hielo marítimo en el Ártico

El Ártico perderá el hielo por completo:

- Pocas veces por siglo si la temperatura global aumenta 1.5 °C.
- Varias veces por década si la temperatura global aumenta 2 °C.

Impacto del calentamiento global para escenarios de +1.5 °C y +2 °C

Adaptado de una figura publicada por *Le Monde*

Especies, ecosistemas y producción de alimentos

En la tierra emergida, el riesgo de cambios mayores en los ecosistemas se considera un 50% menor para un calentamiento de 1.5 °C que para uno de 2 °C. Además, el riesgo de extinción de muchas especies también es mucho menor si no se rebasa el umbral de 1.5 °C.

Para los arrecifes de coral, si bien el pronóstico es muy desalentador para un incremento de 1.5 °C, es mucho peor para uno de 2 °C. **Se estima que entre 70% y 90% de los arrecifes de coral se perderán si la temperatura global aumenta 1.5 °C, mientras que alrededor del 99% desaparecerá si aumenta 2 °C.** Actualmente, 30% de las formaciones coralinas se encuentran dañadas por el calentamiento y la acidificación de los océanos.

El rendimiento de la pesca a nivel global podría decrecer el doble para un calentamiento de 2 °C que para uno de 1.5 °C, además de que habría reducciones menores en la producción agrícola, en particular en la de maíz, arroz y trigo en un escenario de 1.5 °C que en uno de 2 °C.

Acidificación del océano

Si la temperatura global aumenta 1.5 °C, la cantidad de CO₂ en la atmósfera será menor que si aumenta 2 °C, así que una cantidad menor de ese gas será absorbida por el océano y la acidificación de éste será menos pronunciada.

ADAPTACIÓN PARA UN CALENTAMIENTO DE 1.5 °C Y PARA UNO DE 2 °C

Los cambios físicos mayores que se presentarán si la temperatura se incrementa 2 °C en lugar de 1.5 °C, **generarán un riesgo mayor para las condiciones de vida, el abastecimiento de agua y alimento, la salud y la seguridad humanas, así como para el crecimiento económico.**

Como los impactos serían mayores para un aumento de 2 °C en lugar de uno de 1.5 °C, **se requerirían esfuerzos mayores para adaptarse a ellos.**

Sin embargo, incluso para un incremento de 1.5 °C, la rapidez de los cambios físicos puede exceder la capacidad de adaptación humana. Por ejemplo, en el caso del aumento en el nivel del mar, la población de algunas islas probablemente tenga que emigrar.



ACTIVIDAD ESCOLAR

EXPERIMENTO: Diseña un experimento para mostrar que las emisiones de CO₂ incrementan la acidificación del océano.

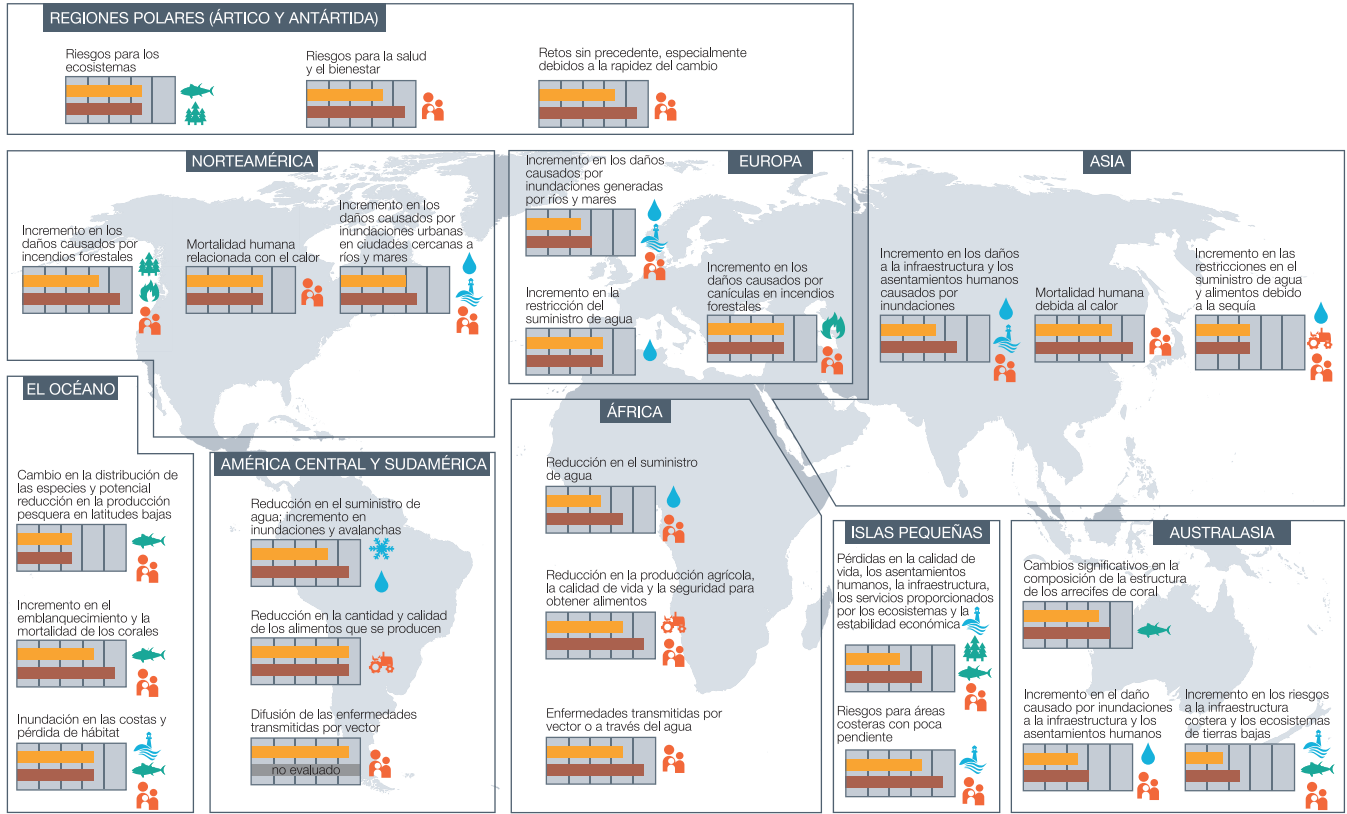
Necesitarás: tres vasos de vidrio transparente (200 mL), agua de grifo, vinagre, tiras reactivas para medir pH o medidor de pH digital y conchas de mar.

Procedimiento:

1. Llena cada uno de los vasos con vinagre de acuerdo con las siguientes proporciones: el primero a $\frac{1}{4}$ de su capacidad, el segundo a $\frac{1}{3}$ y el cuarto a $\frac{1}{2}$ de su capacidad.
2. Completa con agua de grifo hasta llenar los tres vasos a $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Mide el pH en cada uno de los vasos que ahora contienen vinagre y agua mezclados. Registra tus resultados.
3. Coloca al mismo tiempo en cada uno de los vasos una pequeña concha de mar y observa detenidamente durante 10 minutos.

Preguntas de reflexión:

- ¿En cuál de los vasos el pH fue más elevado?
- ¿Qué sucedió con las conchas de mar en cada uno de los vasos?
- ¿Cuál fue el efecto de los tres diferentes grados de acidez en las conchas?
- ¿Qué piensas que sucedería con los corales y moluscos en los océanos si éstos se acidifican?



Riesgos clave representativos para cada región



Riesgos clave a nivel regional y potencial para la reducción de riesgos con los métodos actuales de adaptación
Adaptado del Reporte Especial referente a un calentamiento global de 1.5 °C (IPCC)

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Menciona algunos impactos del calentamiento global en los ecosistemas costeros.

Palabras clave: inundación, erosión, etc.

TAREA: Menciona algunos beneficios de los ecosistemas para los humanos.

Palabras clave: polinización de los cultivos, agua potable, alimentos, absorción de carbono, turismo y esparcimiento, etc.

EN RESUMEN

Un calentamiento global de 1.5 °C no es un escenario agradable: los riesgos y los impactos a nivel físico serán significativos. Sin embargo, serán sustancialmente menores que los correspondientes a un calentamiento global de 2 °C. Aunque en el primer escenario se requieren grandes esfuerzos de adaptación, éstos son mucho menores que los necesarios en el segundo escenario. Hay límites para lo que puede lograrse mediante la adaptación si se experimenta un calentamiento global de 1.5 °C, pero los límites son mucho más estrictos para un calentamiento de 2 °C.

Los cambios físicos y los impactos variarán de acuerdo con la región.

En comparación con un calentamiento global de 2 °C, se espera que para uno de 1.5 °C se presenten las siguientes características:

- Las ondas de calor serán menos frecuentes y con temperaturas máximas más moderadas.
- El nivel del mar será 10 cm más bajo. Como consecuencia, las áreas costeras con poca pendiente tendrán más facilidades para adaptarse.
- El Ártico perderá el hielo con frecuencia si el calentamiento global alcanza 2 °C, pero dicho fenómeno será extremadamente raro si logra mantenerse en 1.5 °C.
- Los impactos en la biodiversidad (incluyendo la pérdida de ésta) en los ecosistemas terrestres, marítimos y de agua dulce será menor. Esto permitirá que dichos ecosistemas continúen prestando diversos servicios a los humanos (polinización, agua limpia, etc.).
- La acidificación del océano será menor, disminuyendo los riesgos para la biodiversidad marina y los ecosistemas marinos, incluyendo los servicios que proporcionan a los humanos, como la pesca.

C. ¿Cómo puede limitarse el calentamiento global a 1.5 °C?

Cuanto mayor sea la cantidad de CO₂ y otros gases que generan el efecto invernadero que liberemos a la atmósfera, más aumentará la temperatura a nivel global. Desafortunadamente, la lentitud con que se desintegra el CO₂ en la atmósfera hará que la temperatura global se mantenga alta durante siglos o milenios después de que dejemos de emitir dicho gas por completo. Por lo tanto, el objetivo de los acuerdos internacionales sobre el clima no es reducir la temperatura global al nivel en el que se encontraba antes de que los humanos empezáramos a calentar el planeta, sino limitar el aumento en la temperatura.

Para estabilizar la temperatura global debemos efectivamente detener la emisión de CO₂ a la atmósfera. Hay dos maneras de lograrlo. Una es realmente detener por completo las emisiones. La otra consiste en reducir las emisiones de manera sustancial y utilizar medios tanto biológicos como tecnológicos para eliminar CO₂ de la atmósfera, de manera que el resultado total sea equivalente a no emitir nada de CO₂.

ELIMINACIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBONO

Los medios biológicos para eliminar CO₂ de la atmósfera son plantar árboles y restablecer ecosistemas. Los medios tecnológicos consisten en capturar dicho gas con otras moléculas, haciéndolo líquido, y entonces guardarlo bajo tierra,

aunque esto se encuentra todavía en fase experimental. Otro método es utilizar plantas como combustible y no permitir que el CO₂ escape a la atmósfera. Como dicha molécula fue tomada de la atmósfera por las plantas al crecer, el resultado neto es una disminución del CO₂ atmosférico. Como este método, conocido como BECCS¹, debe ser implementado a gran escala para ser efectivo, la preocupación principal que genera es que una gran cantidad de tierra se utilizaría para generar combustible en lugar de alimentos. Otro problema es que no sabemos qué tan bien funcione el método a gran escala. Para evitar el uso de métodos para eliminar CO₂ de la atmósfera, se requerirían esfuerzos mayores para dejar de emitirlo.

Para estabilizar la temperatura global debemos efectivamente detener la emisión de CO₂ a la atmósfera.

El objetivo del Acuerdo de París es limitar el aumento en la temperatura muy por debajo de 2 °C (1 °C por encima de la temperatura actual), y tratar de restringirlo a 1.5 °C (0.5 °C por encima de la temperatura actual). Sin embargo, no estamos en vías de limitar el calentamiento a 1.5 °C; de

hecho, las medidas adoptadas por las naciones que firmaron el Acuerdo de París conducirían a un aumento de 3-4 °C hacia el final del presente siglo. Afortunadamente, el Acuerdo de París tiene un mecanismo que permite a las naciones incrementar sus metas de reducción de emisiones conforme pasa el tiempo.

EXCESO

Hay dos rutas posibles que puede seguir la temperatura global para finalmente estabilizarse en un valor determinado (por ejemplo, un aumento total de 1.5 °C): en una, la temperatura se incrementa hasta este punto y después se estabiliza. En la otra, **la temperatura global excede temporalmente el límite, para después decrecer y alcanzar el valor propuesto.** Para que esta segunda ruta sea una realidad, se requiere una manera efectiva de eliminar CO₂ de la atmósfera. Los impactos de exceder el límite de 1.5 °C para finalmente regresar a él, son distintos de los que se presentarían si alcanzáramos el límite sin excederlo jamás, debido a las diferencias en la rapidez de los cambios y en el nivel máximo de calentamiento alcanzado. **Cuanto mayor sea el exceso, mayores serán los riesgos.**

RUTAS DE EMISIÓN PARA UN CALENTAMIENTO TOTAL DE 1.5 °C

Dado que las emisiones de CO₂ deben efectivamente reducirse a cero

¹ Energía de biomasa más captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés).

para limitar el calentamiento global a un valor dado, la discusión es qué tan rápido se podría alcanzar dicho objetivo. Para limitar el calentamiento global a 1.5 °C, las emisiones de CO₂ deben reducirse en un 45% para 2030, respecto a las emisiones de 2010, y llegar efectivamente a cero para 2050. Como comparación, si el objetivo fuera limitar el calentamiento a 2 °C, las emisiones deberían reducirse en un 20% para 2030 y efectivamente desaparecer en 2075. En ambos casos, se requiere un esfuerzo significativo a nivel global durante las próximas décadas para reducir las emisiones de CO₂. Si no actuamos con premura, se requerirá una reducción más rápida en el futuro para alcanzar el mismo límite en el calentamiento global, y dicha reducción de emisiones requerirá esfuerzos y recursos a una escala mayor.

¿QUÉ DEBEMOS HACER?

Para empezar, debemos reducir la demanda global de energía, materiales y alimentos. Esto puede lograrse en parte mediante cambios en el estilo de vida, como reducir el consumo de carne y lácteos, así como el desperdicio de alimentos, y modificar las opciones de transporte (por ejemplo, utilizar menos aviones). Además, edificios aislados del exterior de manera más efectiva ayudarían a reducir el consumo de energía en calefacción, que es responsable de alrededor de un tercio del consumo total de energía a nivel global.

En segundo lugar, debemos utilizar energía y materiales de manera más eficiente como, por ejemplo, usar accesorios que ahorren energía y procesos más eficientes en la industria. En lo que se refiere a la construcción, el uso de materiales que implican pocas

emisiones, como la madera, podría ser de gran ayuda.

En tercer lugar, debemos mejorar las prácticas agrícolas para reducir las emisiones de CO₂ y el uso de agua. Esto incluye mejorar el manejo del terreno y alterar la dieta del ganado. También debemos reducir la deforestación, pues ésta y otros cambios en el uso de suelo son responsables del 12% de las emisiones de CO₂.

Por último, debemos transformar el tipo de energía utilizada a nivel global. Debe incrementarse la producción de energías renovables (biomasa, energía eólica, energía hidráulica, energía solar), de manera que sean responsables de entre la mitad y dos terceras partes del uso energético para 2050. Sólo así podremos restringir el calentamiento global a 1.5 °C. También debemos hacer la transición de un transporte basado en combustibles fósiles a uno eléctrico. Además de reducir los impactos en el clima, el uso de vehículos eléctricos proporcionaría otros beneficios, como mejorar la calidad de vida en las ciudades. Se estima que las acciones necesarias para reducir las emisiones de manera que el calentamiento global sea de 1.5 °C en lugar de ser de 2 °C, disminuiría las muertes prematuras debidas a la contaminación del aire en 100-200 millones de personas en el transcurso de este siglo.

De manera conjunta, estos esfuerzos significan cambios a una escala sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad. Lo que suceda en los próximos 10 años será crucial. Debido a la inercia en el sistema económico global, será muy difícil llevar a cabo las reducciones necesarias en las emisiones sin utilizar métodos para eliminar CO₂

de la atmósfera. Serán necesarias inversiones considerables para llevar a cabo esta transición, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. Esto podría complementarse mediante legislación gubernamental referente al uso de energía, y mediante un impuesto al carbón y a los combustibles fósiles.

EN RESUMEN

Para estabilizar el calentamiento global de manera que el aumento total sea de 1.5 °C, debemos reducir las emisiones de CO₂ efectivamente a cero en los próximos 30 años. Esto implicaría una reducción a gran escala en las emisiones a nivel global, lo que conllevaría cambios sociales en el comportamiento y el estilo de vida. Adicionalmente, tal vez sea necesario eliminar CO₂ de la atmósfera. Cuanto más disminuyamos las emisiones hoy día, menos tendremos que emplear esas medidas riesgosas.

Se requerirán cambios grandes en la forma de producir y consumir energía, materiales y alimentos, así como en la manera de utilizar el suelo (incluyendo la agricultura), el sistema de transporte y la industria. Estos cambios tienen una magnitud sin precedentes y requerirán de una alta inversión en recursos económicos y financieros.

Con las medidas que se han adoptado hasta ahora, el calentamiento global no se limitaría a 1.5 °C, sino que alcanzaría 3-4 °C para 2100. La buena noticia es que hay un movimiento en la dirección correcta en muchos aspectos. Sin embargo, tenemos que hacer más y hacerlo muy rápidamente.

D. Considerar el cambio climático en el contexto del desarrollo sustentable

Aún sin tomar en cuenta el cambio climático, nos enfrentamos a retos enormes a nivel global durante las próximas décadas. Se considera que hoy día 1500 millones de personas viven en una situación de pobreza extrema alrededor del mundo. Además, la población mundial está creciendo rápidamente: actualmente es de 7600 millones de habitantes y se calcula que en 2050 será de entre 8500 y 10,000 millones de habitantes. Además, una proporción cada vez mayor de la población vive en áreas urbanas, así que se calcula que la población total de las ciudades aumentará en 2000 millones de habitantes durante las tres próximas décadas.

Las Naciones Unidas hicieron una lista de 17 **Objetivos para el Desarrollo Sostenible** (SDGs², por sus siglas en inglés), que involucran los mayores retos globales, como pobreza, hambruna, salud, educación, desigualdad, seguridad en el suministro de agua

y alimentos, acceso a energía, desarrollo económico, paz y justicia, cambio climático y biodiversidad. Para alcanzar dichas metas (incluyendo el manejo del cambio climático), debemos dar por tierra con las relaciones tradicionales entre los crecimientos económico y poblacional, por un lado, y la emisión de gases que generan el efecto invernadero, por el otro. Desde la revolución industrial, el crecimiento en la población y la economía ha implicado un aumento en la emisión de gases que generan el efecto invernadero. Esto debe ser transformado, pues los impactos físicos del cambio climático exacerban la pobreza y sus consecuencias. De esta manera, el cambio climático y el desarrollo sustentable están íntimamente relacionados y deben ser considerados en conjunto.

En general, las naciones que menos han contribuido al problema en términos de emisiones totales de carbono, enfrentan riesgos mayores.

De manera similar, el desarrollo sustentable apoya y permite los cambios sistémicos y sociales fundamentales que ayudan a limitar el calentamiento global a 1.5 °C.

Una nueva conclusión del Reporte Especial referente a un calentamiento global limitado a 1.5 °C, que resulta muy importante, **es que los esfuerzos para erradicar la pobreza y reducir la desigualdad contribuyen a mitigar el cambio climático y a adaptarse a él.**

La cooperación internacional puede proporcionar un entorno que permita conseguir esto en todos los países y para todas las personas en el contexto del desarrollo sustentable, especialmente en países en vías de desarrollo y en regiones vulnerables.

² <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible emitidos por las Naciones Unidas en 2015

Naciones Unidas – Objetivos para el Desarrollo Sostenible

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

EN RESUMEN

Limitar el calentamiento global a 1.5 °C, comparado con limitarlo a 2 °C, proporciona beneficios claros para la gente y los ecosistemas naturales, podría ir de la mano con la construcción de una sociedad más sustentable e igualitaria.

La transición sistémica requiere:

- Una mayor inversión en adaptación y mitigación.
- Cambios de comportamiento.
- Aceleración de la innovación tecnológica.

El desarrollo sustentable apoya una transición y una transformación fundamentales, tanto a nivel sistémico como a nivel social. La cooperación internacional es esencial.

ACTIVIDAD ESCOLAR

TAREA: Las metas de reducción de emisiones de CO₂ que se han impuesto diversas naciones mediante el Acuerdo de París, conocidas como Contribuciones Nacionales Determinadas (NDCs, por sus siglas en inglés), conducirían para 2030 a una cantidad total de emisiones de 52-58 gigatoneladas de CO₂ equivalentes por año (52-58 Gt de CO₂ eq/yr).

¿Cuánto es 52-58 Gt de CO₂ eq/yr?

Revisa la página del Banco Mundial referente a emisiones de gases: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE>

– ¿Cuál es la cantidad total de la emisión mundial de GEI (en CO₂ eq)? Respuesta: 53.5 Gt de CO₂ eq en 2012.

– ¿Cuál es la cantidad total de la emisión de tu país de GEI (en CO₂ eq)? Por ejemplo: en Francia es de 05 Gt de CO₂ eq en 2012.

– ¿Cuál es la cantidad de emisiones per cápita de GEI en tu país (en CO₂ eq per cápita)? Por ejemplo: en Francia es de 05 Gt de CO₂ eq dividido entre 65 millones de habitantes = 7.7t de CO₂ eq per cápita en 2012.

TAREA: Revisa las NDCs de tu país y **estima si se alcanzarán las metas o no.**

<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/pages/All.aspx>

PREGUNTA: ¿Qué significa un consumo de alimentos bajo en intensidad de GEI?

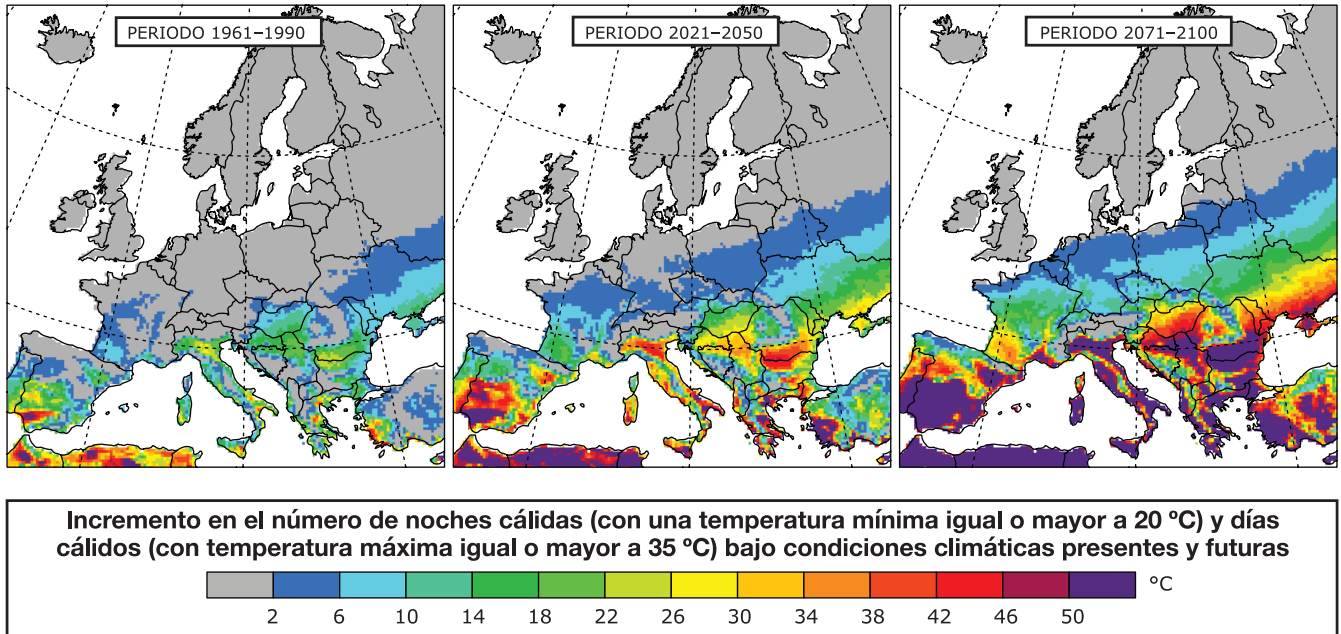
TAREA: Explica la manera en que la bioenergía puede competir con la producción de alimentos. Ejemplos de plantas utilizadas para bioenergía: maíz y aceite de palma.

TAREA: Encuentra argumentos que muestren que el Objetivo para el Desarrollo Sostenible 1 (Que no haya pobreza) y el Objetivo para el Desarrollo Sostenible 10 (Reducir la desigualdad) son muy importantes para limitar el calentamiento global a 1.5 °C.



ANEXOS

Figura 1. Incremento de noches y días cálidos



Fuente: European Environment Agency (Agencia Europea del Medioambiente)
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/increase-in-the-number-of>

Figura 2. Medidas de adaptación y mitigación



Fuente: Cárdenas G. (2018). *Contra el cambio climático. ¿Cómo ves?*, No.237, 16-19.

Figura 3. Impacto del cambio climático

CAMBIO CLIMÁTICO EL IMPACTO EN CADA REGIÓN





El estudio del clima y sus efectos sobre el planeta es uno de los más complejos, ya que entran en juego innumerables variables dinámicas. Por eso, más allá de los efectos que el calentamiento climático pueda tener a nivel general, los investigadores intentan determinar cómo impactará en cada región específicamente para prevenir desastres o para aprovechar potenciales efectos beneficiosos.

PRIMEROS SIGNOS

Algunas de las más prestigiosas organizaciones ambientalistas y organismos internacionales crearon el mapa "Calentamiento global: primeros signos de alerta", que constituye una importante advertencia sobre lo que podría ocurrir durante los próximos años.

REFERENCIAS

Manifestaciones que ya pueden apreciarse y se profundizarán si se mantiene la tendencia en el largo plazo.

-  Olas de calor y periodos inusualmente calurosos.
-  Calentamiento del océano, elevación del nivel del mar e inundaciones costeras.
-  Retroceso de glaciares.
-  Calentamiento del Ártico y la Antártida.

Efectos que se presentarán si se mantiene el calentamiento climático.

-  Expansión de las enfermedades.
-  Primaveras tempranas.
-  Cambios en poblaciones de plantas y animales.
-  Blanqueo de corales.
-  Tormentas violentas e inundaciones.
-  Incendios y sequías.

33%

Se retrajo la población del pingüino adelia (*Pygoscelis adeliae*) en la Antártida por la pérdida del hielo en los últimos 25 años.



Fuente: Comisión Nacional del Agua (2010). *Desafío ecológico. Riesgos y soluciones para un planeta amenazado*. Tomo I. 1ª ed, 30-31.

Glosario

ADAPTACIÓN

El proceso de ajuste a los cambios climáticos actuales y a los que se esperan en un futuro, así como a sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación busca mitigar los daños y explotar las oportunidades de beneficio. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste a los cambios climáticos y a sus efectos.

EMISIONES ANTROPOGÉNICAS

Las emisiones de gases que generan el efecto invernadero producidas por la actividad humana.

BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es el nivel de diversidad de los organismos vivos en una región; por ejemplo, la diversidad de especies en un ecosistema o la diversidad dentro de una misma especie.

ELIMINACIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBONO (CDR, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Las actividades antropogénicas que toman CO₂ de la atmósfera y lo almacenan de manera duradera en reservas terrestres o marítimas, así como en productos. Esto

incluye el incremento antropogénico de mecanismos biológicos y geoquímicos, además de la captura directa desde la atmósfera, pero excluye la eliminación de CO₂ que no involucre la actividad humana.

RUTAS DE EMISIÓN

En el resumen dirigido a los responsables de adoptar las medidas correspondientes, los modelos de emisión antropogénica durante el siglo XXI son llamados “rutas de emisión”. Las rutas de emisión se clasifican de acuerdo con la temperatura global a lo largo del siglo XXI. Las rutas que tienen cuando menos un 50% de probabilidades, de acuerdo con los conocimientos actuales, de limitar el calentamiento global por debajo de 1.5 °C, son llamadas “carentes de exceso”; las que limitan el calentamiento global a 1.6 °C pero hacen que la temperatura descienda a 1.5 °C para 2100, se conocen como “de exceso limitado”; las que conducen a un calentamiento mayor que 1.6 °C pero cuyo descenso ulterior alcanza el límite de 1.5 °C en 2100, se conocen como “de exceso alto”.

GASES QUE GENERAN EL EFECTO INVERNADERO Y RADIACIÓN INFRARROJA

Los rayos del sol atraviesan la atmósfera y calientan la superficie terrestre, generando una radiación infrarroja por parte de ésta. Parte de dicha radiación infrarroja es atrapada por los gases que generan el efecto invernadero y no puede escapar al espacio exterior, así que regresa a la superficie, calentándola más aún. Esto se conoce como efecto invernadero. Los principales gases que lo generan son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el ozono.

TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL GLOBAL (GMST, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Es el promedio global de la temperatura atmosférica cerca de la superficie del planeta, tanto en tierra firme como en el océano (incluyendo las áreas congeladas de éste). Los cambios se expresan normalmente como desviaciones del valor de referencia calculado durante un periodo suficientemente extenso. Es importante utilizar tanto mediciones en la tierra emergida como en el mar para calcular la GMST.

Glosario

CALENTAMIENTO GLOBAL

El incremento de la temperatura media superficial global, calculado durante un periodo de 30 años; éste se mide a partir de la temperatura media superficial global previa a la revolución industrial, a menos que se especifique de otra manera. Para cálculos a futuro, se utiliza la tasa de cambio actual.

MITIGACIÓN

Intervención humana para reducir las emisiones de gases que generan el efecto invernadero, así como para eliminarlos de la atmósfera.

CERO EMISIONES NETAS

Cero emisiones netas de dióxido de carbono se alcanzan cuando las emisiones de dicho gas son tantas como su eliminación de la atmósfera a nivel global durante un periodo de tiempo dado.

ETAPA PREINDUSTRIAL

Se refiere al tiempo anterior a la actividad industrial a gran escala que empezó alrededor de 1850. Para aproximar la temperatura media superficial global preindustrial se utiliza el periodo de referencia 1850-1900.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible marcan el modelo a seguir para poder tener un futuro mejor y más sustentable para todos. Toman en cuenta los retos actuales a nivel global, incluyendo los relativos a pobreza, desigualdad, clima, degradación del medioambiente, prosperidad, paz y justicia. Ejemplos: que no haya pobreza, que no haya hambre, que exista educación de calidad, etc.

EXCESO DE TEMPERATURA

Exceder temporalmente un límite específico de calentamiento global.



Escenario conceptual de la Oficina de Educación Climática (OCE, por sus siglas en inglés).

Fuentes de información para capacitadores (Clima y efecto invernadero, Océano y clima) de la OCE.

Otras fuentes seleccionadas

<https://climatekids.nasa.gov>

<http://www.fondation-lamap.org/en/20322/the-ocean-my-planet-and-me>

<https://medienportal.siemens-stiftung.org/portal/main.php?todo=showObjData&objid=104534>

<https://tropicsu.org/un-resources/>

<https://tropicsu.org/resources/pedagogical-tools-examples/>

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/adaptation-information/adaptation-measures>

<http://theconversation.com/what-is-a-pre-industrial-climate-and-why-does-it-matter-78601>

<https://ocean-climate.org/?lang=en>

Acerca del IPCC

Video del Grupo de Trabajo I del IPCC: "Climate Change 2013 : The Physical Science Basis" (Cambio climático 2013: las bases y fundamentos de las ciencias físicas)

<http://www.climatechange2013.org/>

Fuentes consultadas para la versión en Español:

<http://www.rac.es/ficheros/doc/00914.pdf>

Cárdenas G. (2018). *Contra el cambio climático. ¿Cómo ves?*, No.237, 16-19.

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/pages/All.aspx>

Comisión Nacional del Agua (2010). *Desafío ecológico. Riesgos y soluciones para un planeta amenazado*. Tomo I. 1ª ed. México.

“Los países participantes deben tomar medidas (...) para mejorar la educación climática”, afirma el Artículo 12 del Acuerdo de París. “Educar a las generaciones presentes y futuras en temas relativos al cambio climático, así como enseñarles a actuar con una mente crítica y un corazón esperanzado, es esencial para el futuro de la humanidad. La educación científica debe enfrentar ese reto (...)”, recomiendan las 113 academias científicas del mundo en su reciente “Manifiesto sobre cambio climático y educación”.

Como respuesta a estos llamados urgentes, científicos y educadores dedicados al clima establecieron la Oficina de Educación Climática. Los profesores de escuela son un factor clave para implementar dichas recomendaciones, especialmente en educación primaria y educación secundaria. Por lo tanto, la Oficina de Educación Climática producirá

recursos de enseñanza para ellos, basados en la pedagogía de participación activa y en programas piloto de educación científica basada en la indagación. Así como el IPCC produce “reportes de evaluación” y “resúmenes dirigidos a los responsables de adoptar las medidas correspondientes”, la OCE generará, en los próximos años, y de manera sincronizada con el IPCC, recursos y herramientas para profesores, enfocándose en los temas de adaptación y atenuación. Prestará una atención particular a los países en vías de desarrollo.

Trabajando en conjunto con climatólogos, involucrando a científicos sociales y educadores, la Oficina de Educación Climática tiene una secretaría ejecutiva en París y una red de socios a nivel regional en más de 60 países. Los recursos educativos serán creados en un marco global para después

adaptarse a distintas regiones y a situaciones particulares. Las numerosas iniciativas en ese sentido que existen actualmente serán documentadas y publicitadas por la OCE.

La Oficina de Educación Climática empezó a funcionar en 2018 con el apoyo de fondos públicos y privados tanto de Francia como de Alemania. Extenderá sus acciones de acuerdo con los medios disponibles y establecerá relaciones con otros organismos, especialmente con el IPCC y con la Red Global de Academias de Ciencias (IAP para la ciencia).

<http://oce.global>
contact@oce.global
 Office for Climate Education
 Sorbonne Université
 Case 100
 Campus Pierre et Marie Curie
 4, place Jussieu

