

Introducción al Cambio Climático

MANUAL PARA EL DOCENTE



MANUAL PARA EL DOCENTE

Introducción al Cambio Climático

Este documento debe citarse como: "Introducción al Cambio Climático. Manual para el docente", Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C.-Centro Mario Molina, México, 2021.

Autores

INNOVEC

Claudia Robles González

Jorge Montaña Amaya

Juan Carlos Andrade Guevara

Romina Kisai Morales García

Centro Mario Molina

Wendy García Calderón

Tannia Renée Jiménez Rosas

Gerardo Ríos Aguila

Beatriz Virginia Cervantes Nemer

Erika González Hernández

Temilotzin Ibarra Delgadillo

Alejandra Valderrama Orenday

Adaptación de diseño editorial y gráfico: Abril Estefanía Jara Pérez

Fecha de publicación

Junio 2021

ISBN en trámite

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



ÍNDICE

Presentación	5
--------------	---

Tema 1

LA METODOLOGÍA INDAGATORIA Y VIVENCIAL EN LA COMPRENSIÓN Y EL APRENDIZAJE

1.1 La metodología indagatoria y vivencial	9
1.2 Los ciclos de aprendizaje en la enseñanza de la ciencia en la indagación	10
1.3 Estrategias de enseñanza y de aprendizaje en la enseñanza de la ciencia por medio de la indagación	12
1.4 La evaluación y el seguimiento en la metodología indagatoria	13

Tema 2

LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CLIMÁTICO

2.1 ¿Cómo influye la energía del sol en el clima de la tierra?	17
2.2 ¿Qué son los gases de efecto invernadero? (GEI)	24
2.3 ¿Qué es el efecto invernadero natural?	29
2.4 ¿Cuáles son los flujos de materia y energía vitales en el planeta? El ciclo del agua, el ciclo del carbono y el ciclo del nitrógeno	34

Tema 3

PROCESOS QUE INFLUYEN SOBRE LOS CAMBIOS EN EL CLIMA

3.1 Estado del tiempo y clima	45
3.2 Procesos que influyen sobre los cambios de clima en escalas de tiempo largas (miles o millones de años) y cortas (décadas o siglos)	52
3.3 Diferencia entre cambio climático y calentamiento global	61

Tema 4

CONSECUENCIAS NATURALES Y SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 Consecuencias del cambio climático	66
4.2 ¿Qué se debe hacer ante el cambio climático?	74

Anexo A	84
---------	----

Referencias bibliográficas	89
----------------------------	----

PRESENTACIÓN

El Cambio Climático es el reto ambiental más importante que enfrenta la sociedad en el Siglo XXI. Para enfrentarlo, resulta necesario comprender cuáles son sus causas y consecuencias, así como las acciones necesarias para mitigarlo y, en consecuencia, adaptarse ante los cambios que ya se presentan.

La ciencia es muy clara, el incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera ha alterado el balance de energía planetario, generando un aumento de la temperatura promedio global de la superficie del planeta lo suficientemente grande en un periodo de tiempo muy corto, impactando a las sociedades y los ecosistemas de formas muy diversas y la mayoría de las veces de forma poco deseable.

La evidencia también es muy clara: por ejemplo 2020 es el año más cálido¹ (junto con 2016) en el registro de los últimos 141 años, con una temperatura global de la superficie terrestre y oceánica de aproximadamente 1°C por encima del promedio de los años 1951 a 1980. Los siete años más cálidos en el registro de 1880-2020 han ocurrido desde 2014, mientras que los 10 años más cálidos han ocurrido desde 2005.

Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en México de abril a octubre del 2020, se registraron temperaturas que se ubicaron entre las más altas para los respectivos meses. Cabe destacar que los meses de junio, julio, agosto y septiembre fueron récord de calor. La extremadamente activa temporada de huracanes del Atlántico de 2020 terminó oficialmente el 30 de noviembre con un récord de 30 tormentas tropicales con nombre, incluidos 13 huracanes y 6 huracanes mayores. Esta es la mayor cantidad de tormentas registradas, superando las 28 de 2005, y el segundo mayor número de huracanes registrado. 2020 marcó el quinto año consecutivo con una temporada de huracanes en el Atlántico con un registro superior a lo normal (una temporada promedio tiene 12 tormentas tropicales con nombre, 6 huracanes y 3 huracanes importantes). Solo por segunda vez en la historia, el alfabeto griego se utilizó durante el resto de la temporada, extendiéndose hasta el noveno nombre de la lista, Iota².

Por lo anterior, es necesario incorporar a todos los sectores de la sociedad en la construcción de soluciones que consideren la prosperidad humana a través de mecanismos de desarrollo que sean seguros para los sistemas de soporte terrestres. En la etapa de cambio

ambiental por la que atravesamos y la presión humana que hay sobre el clima, nos obliga a que todos los miembros de la sociedad seamos parte de la solución.

Esta necesidad de crear capacidades para mitigar las emisiones de efecto invernadero y adaptarse a los efectos del cambio climático, es el motivo por el que el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (Innovec) y el *Office for Climate Education* (OCE) unen sus esfuerzos a través del proyecto América Latina para la Educación Climática (ALEC) en México, cofinanciado por el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM) con el objetivo de crear un conjunto de recursos educativos de calidad, en español, interdisciplinarios y libres de derechos de autor para profesores y capacitadores, basados en tres informes principales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Esperamos que este recurso educativo que se pone a disposición de docentes y estudiantes sea una herramienta que permita comprender desde la escuela el fenómeno del Cambio Climático y lleve a la comunidad educativa a generar una conciencia que aporte a la solución de este.

TEMAS

El Manual Cambio Climático está organizado en cuatro grandes temas que abordan diferentes subtemas de acuerdo con la profundidad de cada uno de ellos.

Con el objetivo de brindar a los docentes herramientas sólidas que les permitan plantear las temáticas de manera eficaz y sustentar los contenidos acerca del cambio climático, en el **Tema 1** se abordan las principales características de la metodología indagatoria, la importancia del ciclo del aprendizaje, la relevancia de la evaluación y el rol que juegan dentro de esta metodología indagatoria tanto el docente como el estudiante.

Una vez que se comprende la importancia de la metodología indagatoria, sus características y las estrategias de enseñanza que implica, exploraremos los componentes del sistema climático en el **Tema 2**, donde las y los estudiantes conocerán el funcionamiento del clima en la tierra, su importancia y los mecanismos físicos

¹ https://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v4/GLB.Ts+dSST.txt

² [https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatologia/Diagnóstico Atmosférico/Reporte del Clima en México/Anual2020.pdf](https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatologia/Diagnóstico%20Atmosférico/Reporte%20del%20Clima%20en%20México/Anual2020.pdf)

que se ven involucrados en estos, conocerán además qué son los gases de efecto invernadero y comprenderán su función a través de una actividad experimental además de estudiar el concepto de efecto invernadero natural y los flujos de materia y energía vitales para el planeta.

En el **Tema 3** se abordan los procesos que influyen sobre los cambios del clima, donde partiremos por diferenciar entre estado del tiempo y clima, los procesos que influyen sobre los cambios del clima para conocer cómo sabemos que el clima está cambiando y en qué medida las actividades humanas han influenciado estos cambios a lo largo del tiempo.

En el último tema de este manual y tomando como base lo aprendido previamente, abordaremos las consecuencias naturales y sociales del cambio climático, donde las y los estudiantes reflexionarán acerca de cómo sus propias acciones pueden o no contribuir a este fenómeno y qué acciones pueden, desde su posición, realizar y fomentar en su comunidad para generar conciencia en otros y mitigar el avance de este.

▶ ESTRUCTURA DE LAS LECCIONES

La estructura de las lecciones está diseñada de acuerdo con el **ciclo del aprendizaje** basado en las 5 "Es", por lo que en cada una de ellas se abordan los siguientes momentos:

- **Enganchar.** Propuestas de actividades para detonar el interés de las y los estudiantes por los contenidos de cada subtema, contiene sugerencias para el manejo del grupo, así como una serie de preguntas detonadoras para conocer los saberes previos y con esto obtener información diagnóstica acerca del tema.

- **Explorar.** Se presentan las primeras actividades para favorecer que las y los estudiantes tengan un piso común sobre los fenómenos de estudio. Son los primeros acercamientos para identificar sus conocimientos. Las actividades favorecen el desarrollo de habilidades como la observación y/o experimentación ofreciendo oportunidades para que el estudiantado resuelva las preguntas que se plantearon durante la etapa de enganchar. Cada actividad que se plantea describe la forma de **organización del trabajo** (actividades individuales, por equipos o grupales), así como el **tiempo estimado** para su desarrollo; los **materiales** y el **procedimiento** de cada actividad.

- **Explicar.** Mediante actividades experimentales se busca que las y los estudiantes utilicen la información de las etapas previas para comprender los fenómenos o procesos de estudio con mejores herramientas. Las

actividades tienen un mayor nivel de complejidad, por lo que movilizan habilidades como sistematización de información en tablas, elaboración de gráficas y comprensión de lectura, entre otras.

- **Elaborar.** En este apartado se implementan algunas actividades, cuestionamientos o lecturas, para que sean los propios estudiantes quienes apliquen los conocimientos adquiridos hasta este momento para resolver o explicar nuevas situaciones.

- **Evaluar.** Este apartado ofrece una serie de herramientas para valorar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes, presenta un enfoque centrado en la evaluación formativa, lo que brinda oportunidades para que cada estudiante reflexione sobre su propio progreso.

▶ APARTADOS

A lo largo de este manual, encontrará los siguientes apartados que le brindarán apoyo para diferentes momentos desarrollados en cada una de las lecciones:

Recomendaciones. Este apartado contiene una serie de sugerencias para abordar los contenidos conceptuales, algunas propuestas didácticas o, en su caso, consejos para las actividades experimentales.

Cada actividad experimental considera material de fácil adquisición o de reúso, sin embargo, encontrará sugerencias o recomendaciones para sustituir algún otro material para llevar a cabo las actividades.

Para Recordar... En este apartado se recuperan los principales conceptos que se han abordado anteriormente para tenerlos presentes al momento de comenzar un nuevo subtema.

Introducción. Este apartado brinda la información principal, relacionada con los contenidos conceptuales que se trabajan con las y los estudiantes, contiene apoyos gráficos y fotográficos y palabras resaltadas en negritas que indican conceptos que, por su complejidad son definidos en el apartado de **Glosario**, al final de cada **subtema**.

Objetivos. En forma de listado aborda las principales metas que se establecen en cada **subtema**, para tenerlas presentes al momento de trabajar con las y los estudiantes.

Conclusiones. En este apartado se enlistan las principales reflexiones de cada subtema, con la finalidad de centrar los conceptos relevantes y mantenerlos presentes y visibles para revisiones futuras.

Glosario. Este espacio contiene las principales definiciones de los conceptos que requieren de una explicación más profunda y que complementan la información de cada subtema.

Para saber más. Se presentan sugerencias para profundizar en cada temática, pueden ser lecturas o videos que, si usted o sus estudiantes tienen interés, pueden encontrar información valiosa que complementa cada subtema.

Nota para el docente. En este apartado se encuentran notificaciones importantes para tener presentes en el siguiente subtema, por ejemplo, si se requiere preparar o conseguir material particular, construir algún dispositivo

o que los estudiantes lleven algún material o contesten algunas preguntas para las siguientes actividades, permitiendo así que las actividades se realicen adecuadamente.

Al final del Manual se encuentra el apartado de **Referencias bibliográficas**, en las que se citan las fuentes que sustentan el contenido.

**01.
LA METODOLOGÍA INDAGATORIA Y VIVENCIAL
EN LA COMPRENSIÓN Y EL APRENDIZAJE**



01. LA METODOLOGÍA INDAGATORIA Y VIVENCIAL EN LA COMPRENSIÓN Y EL APRENDIZAJE

► INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ciencia basada en la indagación considera las bases constructivistas y ofrece herramientas, estrategias que favorecen un aprendizaje significativo y duradero, busca que el estudiante comprenda las ideas, nociones y conceptos científicos para que desarrolle un pensamiento científico lógico y crítico basado en el razonamiento, la argumentación, la experimentación, la comunicación y la utilización de la información en diversos contextos. Para ello el enfoque indagatorio contempla una serie de estrategias metodológicas que resultan efectivas sobre cómo aprenden los estudiantes y en particular sobre cómo aprenden ciencia.

El modelo indagatorio incorpora las aportaciones de las teorías del aprendizaje con la naturaleza misma de la ciencia, para permitir al estudiante apropiarse de un cuerpo de conceptos científicos básicos, así como de los procesos que se requieren para generar dicho conocimiento.

OBJETIVOS

- Analizar las características de la enseñanza de la ciencia por medio de la indagación.
- Reconocer las características del Ciclo de Aprendizaje basado en las 5E, así como el papel de los estudiantes en el modelo indagatorio.
- Identificar las características de la evaluación diagnóstica, formativa, sumativa, la autoevaluación y coevaluación en el enfoque pedagógico indagatorio.

1.1 La metodología indagatoria y vivencial

Una de las bases del modelo indagatorio es considerar al aprendizaje de la ciencia como una construcción del individuo. Los aprendices generan activamente el conocimiento a partir de experiencias basadas en sus ideas o conceptos previos, por lo que cada individuo debe construir su propio significado de acuerdo con sus experiencias. En este sentido, el aprendizaje se enfoca en los procesos cognitivos internos del individuo, pero no considera la influencia de factores externos. Bajo esta perspectiva, las estrategias de enseñanza deben ofrecer al estudiantado actividades prácticas que desafíen sus ideas previas y que los motiven a confrontarlas, de esta forma se posibilita un cambio conceptual.

Otro componente del modelo indagatorio es que considera al aprendizaje de la ciencia como una construcción social del conocimiento. El aprendizaje es visto entonces, como el proceso por el cual algún miembro con mayores habilidades, apoya al aprendiz, estructurando tareas que le sea posible desempeñar y a través de las cuales pueda internalizar el proceso de aprendizaje.

La interacción con el maestro y con los pares es parte integral del contexto y del entendimiento de cómo ocurre el aprendizaje, así, el contexto social y cultural en el que los estudiantes se desenvuelven cobra relevancia y tiene un impacto en sus propias ideas.

El hecho de organizar a los estudiantes en grupos de trabajo no asegura la construcción social del aprendizaje. Para que esto ocurra, el colectivo docente debe promover el aprendizaje colaborativo, es decir, generar un ambiente en el que las y los estudiantes no solo se distribuyan las tareas sino que desarrollen la corresponsabilidad en el cumplimiento de los objetivos, es decir, que todos sean responsables de aprender y que ayuden a otros a aprender. Dentro de su grupo de trabajo los estudiantes exponen sus ideas, escuchan y comentan las de sus compañeros, de tal forma que actúan como lo hace la comunidad científica. En este proceso se desarrollan valores sociales como la tolerancia y el respeto a las ideas de otros. Existe evidencia que relaciona el verdadero trabajo colaborativo con la mejora en el cambio conceptual y la indagación científica (Metz, 1998). De ahí que el trabajo colaborativo

y el aprendizaje colaborativo resultante, sea uno de los fundamentos teóricos de la pedagogía indagatoria.

Este modelo pedagógico sostiene la complementariedad del aprendizaje por construcción individual y por culturización, lo cual tiene implicaciones para la enseñanza. El colectivo docente debe brindar el apoyo teórico para facilitar al estudiantado la reconstrucción de sus propios conocimientos en un proceso de interacción con los objetos de su entorno, pero también con otros miembros de la sociedad, para que se involucren en procesos más elaborados de pensamiento y de resolución de problemas. El aprendizaje de la ciencia ocurre en el **plano individual**, en el que se desarrollan y generan ideas y en el **plano social**, en primera instancia, al establecer una comunidad de aprendizaje con sus pares y con el docente.

La complementariedad de las teorías del aprendizaje ayuda a encontrar el sentido y la razón pedagógica que subyace detrás de cada práctica didáctica para guiar a las y los estudiantes a construir progresivamente su comprensión sobre los conceptos y nociones científicas, a apropiarse del lenguaje de la ciencia y la tecnología a partir de sus ideas y experiencias con su entorno, así como a hacer uso de sus aprendizajes aplicándolos en beneficio propio y de la sociedad (INNOVEC, 2016)³.

Para impulsar la enseñanza de la ciencia mediada por la indagación, es necesario favorecer actividades vivenciales que consideren:

- el trabajo colaborativo,
- explorar y manipular material,
- establecer la relación entre las ideas personales y las experiencias nuevas,
- plantear preguntas,
- comunicar ideas, escuchar a los otros,
- argumentar, discutir con base en las evidencias, y
- recopilar, organizar y analizar datos.

Quizá la pregunta ahora sea ¿cómo asegurar una buena aplicación de la teoría en la práctica en el salón de clase? Una de las primeras respuestas es mirar y valorar nuestra práctica docente, para replantear y superar la visión memorística de conceptos, datos y fechas que poco aportan al aprendizaje, y potenciar el uso de recursos y materiales didácticos para abrir un abanico de posibilidades en el que nuestros estudiantes encuentren vías posibles y eficaces para aprender.

Algunos aspectos a considerar son:

- la importancia del planteamiento de preguntas por parte del profesor;
- diferenciar el trabajo en equipo del trabajo colaborativo;
- favorecer las actividades experimentales;
- contextualizar las situaciones problemáticas;
- la retroalimentación por parte del docente.

Por lo anterior, es necesario ofrecer oportunidades a los estudiantes para que movilicen sus habilidades, construyan su conocimiento, al tiempo que desarrollen actitudes y valores, que posibilitan que el estudiantado sea competente de cara al futuro.

1.2 Los ciclos de aprendizaje en la enseñanza de la ciencia en la indagación

El ciclo del aprendizaje es un método de enseñanza que es consistente con la manera como las personas construyen sus conocimientos. Implica el uso de estrategias pedagógicas para el uso y manejo de conocimientos procedimentales, de actitudes y valores. Los ciclos del aprendizaje son secuencias estructuradas que permiten implementar en el aula, de forma práctica y sencilla la pedagogía indagatoria.

Se han desarrollado diferentes propuestas de ciclos de aprendizaje y aunque pueden variar en cuanto a su estructura, la mayoría de ellos se fundamenta en las teorías constructivistas del aprendizaje, donde hay una progresión gradual del conocimiento y donde se motiva a los estudiantes para pasar de la curiosidad a la comprensión.

El modelo de enseñanza de las 5E desarrollado a finales de la década de 1980 por el Estudio para el Currículo de las Ciencias Biológicas (BSCS, por sus siglas en inglés) es un ciclo de aprendizaje que consta de cinco etapas, cada una representada por una letra "E": **Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar**.

En la etapa de **enganche**, las actividades tienen dos objetivos claramente definidos: enfocar el interés del estudiante en un tema e identificar sus ideas previas. En este sentido, las actividades deben vincular las experiencias de aprendizaje pasadas con las actuales, de manera que se contrastan los conocimientos que las y los estudiante tiene en ese momento para explicar algún fenómeno (conflicto cognitivo), con lo cual, se plantean preguntas y se detona su interés y curiosidad por comprender el fenómeno de estudio.

En la etapa de **exploración**, las actividades permiten a las y los estudiantes tener experiencias comunes en las cuales identifican sus conocimientos y desarrollan habilidades actuales, puede ser a través de actividades de observación y/o de experimentación. Las exploraciones sobre los fenómenos deben ofrecer oportunidades para que el estudiantado resuelva las preguntas que se plantearon durante la etapa de enganche.

En la etapa de **explicación**, las y los estudiantes brindan sus propias explicaciones sobre los fenómenos naturales a partir de lo que aprendieron en las etapas previas y posteriormente el profesorado puede introducir conceptos y explicaciones relevantes.

³ Texto tomado y modificado de: La indagación y las teorías sobre el aprendizaje. En: La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica. Antología sobre Indagación. Teorías y Fundamentos de la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación. INNOVEC (2016), México, p. 9-19.

En la etapa de **elaboración**, el estudiantado moviliza sus nuevos aprendizajes y los aplican para resolver o explicar nuevas situaciones.

Por último, la etapa de **evaluación** se presenta como un proceso, donde no solo la o el docente valora los aprendizajes adquiridos por sus estudiantes, sino donde cada estudiante reflexiona sobre su propio progreso.

Cada una de estas etapas brindan oportunidades para que la comunidad estudiantil se sienta motivada y con interés de aprender y así, participa de forma activa en la construcción de su propio conocimiento.

Etapas del ciclo de aprendizaje	Papel del docente	Papel del estudiante
Enganchar	<ul style="list-style-type: none"> • Genera interés • Detona la curiosidad • Plantea preguntas • Obtiene respuestas que develan lo que los estudiantes saben o piensan sobre un concepto o tema 	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza preguntas de inquietud • Muestra interés en el tema
Explorar	<ul style="list-style-type: none"> • Motiva a que las y los estudiantes trabajen juntos sin que dependan de su instrucción • Observa y escucha a los estudiantes mientras interactúan • Plantea preguntas de sondeo para orientar las investigaciones cuando es necesario • Otorga tiempo para cuestionar el problema • Se desempeña como facilitador 	<ul style="list-style-type: none"> • Piensa creativamente dentro de los límites de la actividad • Plantea y pone a prueba predicciones e hipótesis • Formula nuevas predicciones e hipótesis • Prueba diversas alternativas y discute sobre ellas con sus pares • Registra sus ideas y observaciones (evidencias) • Evita juicios de valor
Explicar	<ul style="list-style-type: none"> • Motiva la explicación de conceptos y los define en sus propias palabras • Solicita la presentación de las evidencias y explicaciones • Presenta definiciones, explicaciones y nuevos términos de manera formal • Toma en cuenta las experiencias previas de los estudiantes como la base para explicar conceptos 	<ul style="list-style-type: none"> • Explica a otros las posibles soluciones • Escucha críticamente las explicaciones de otros estudiantes y del docente • Cuestiona las explicaciones de otros • Escucha y trata de comprender las explicaciones del docente • Hace referencia a actividades previas • En las explicaciones usa la información registrada a partir de sus observaciones (evidencias)
Elaborar	<ul style="list-style-type: none"> • Espera que cada estudiante use términos, definiciones y explicaciones formales • Motiva a aplicar conocimientos y habilidades en nuevos contextos • Recuerda las explicaciones alternativas • Refiere a la información y a los datos existentes y les pregunta ¿por qué piensas eso? • Propicia que los estudiantes apliquen sus conocimientos, habilidades y vocabulario científicos en situaciones nuevas • Promueve que busquen explicaciones alternativas o adicionales • Refiere fuentes confiables para indagar explicaciones alternativas o adicionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica nuevos términos, definiciones, explicaciones y habilidades en situaciones nuevas aunque similares • Usa información previa para plantear preguntas, proponer soluciones, tomar decisiones y diseñar experimentos • Elabora conclusiones razonables a partir de la evidencia • Registra observaciones y explicaciones • Comprueba su comprensión entre sus pares
Evaluar	<ul style="list-style-type: none"> • Observa la aplicación de los nuevos conceptos y habilidades desarrollados • Evalúa el conocimiento y las habilidades de los estudiantes • Busca evidencia que muestre los cambios conceptuales y de conducta de los estudiantes • Promueve que el estudiante evalúe su propio aprendizaje de conceptos y habilidades desarrollados • Plantea preguntas abiertas 	<ul style="list-style-type: none"> • Responde preguntas abiertas usando observaciones, evidencias y explicaciones que hayan sido previamente aceptadas • Demuestra comprensión de los conceptos y el desarrollo de habilidades • Evalúa su propio progreso y sus conocimientos • Plantea preguntas relacionadas que motivan futuras indagaciones

1.3 Estrategias de enseñanza y de aprendizaje en la enseñanza de la ciencia por medio de la indagación

El ciclo del aprendizaje es un método de enseñanza que es consistente con la manera como las personas construyen sus conocimientos. Implica el uso de estrategias pedagógicas para el uso y manejo de conocimientos procedimentales, de actitudes y valores. Los ciclos del aprendizaje son secuencias estructuradas que permiten implementar en el aula, de forma práctica y sencilla la pedagogía indagatoria.

Las y los docentes se enfrentan a la necesidad de implementar estrategias que permitan al estudiante lograr la metacognición, es decir, que logren apropiarse del conocimiento para generar un aprendizaje significativo y propiciar competencias como aprender a pensar, aprender a aprender y aprender a aplicar dentro y fuera de su contexto escolar. Promover la metacognición, aunado al uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje específicas para cada objetivo ayuda al docente a lograr estas metas de manera exitosa dentro del aula.

El empleo de diversas estrategias permite a la comunidad docente lograr en sus estudiantes un proceso de aprendizaje activo, participativo, de cooperación y vivencial, lo que hace posible a su vez, el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la colaboración, así como de actitudes y valores como el afecto, la responsabilidad, entre otros, que de otro modo es más complicado lograr.

Las estrategias didácticas deben ser planificadas y usadas de forma intencional, alineadas con los propósitos de aprendizaje y con las competencias a desarrollar para lograr un objetivo en específico, ya sea recibir información, organizarla y evocarla para resolver una situación problemática o elaborar un concepto nuevo. Cualquier actividad involucrada en los procesos cognitivos, incluyendo la aplicación de estrategias de aprendizaje, es difícil de observar de manera directa, se requieren vehículos directos como explicar lo que se ha pensado, y realizar acciones que derivan en decisiones propias del estudiante, esto indica que es capaz de formular y expresar verbalmente los conocimientos y se vuelve consciente de las decisiones que toma de manera personal.

El adecuado uso de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje conlleva a una instrucción estratégica, interactiva y de alta calidad, donde cada docente cumpla el papel de un auténtico mediador y modelo para sus alumnos, idealmente las estrategias deben cumplir con las siguientes características:

- Ser funcionales y significativas.
- Tener claridad de cómo pueden aplicarse, cuándo y por qué son útiles.

- Debe haber una conexión con la percepción del estudiante.
- Considerar el uso de materiales didácticos claros, bien elaborados y agradables.

La aplicación de estas estrategias demanda la atención de las necesidades de aprendizaje del estudiantado y de despertar la consciencia del docente de que aprender o enseñar no es igual, para cada momento se requiere la búsqueda de herramientas diferenciadas para enfrentar las expectativas de un sistema educativo en constante transformación.

De manera general, encontramos tres tipos de estrategias de enseñanza:

- **Preinstruccionales:** Establecen un contexto inicial para involucrar a cada estudiante en lo que van a aprender. En este punto se establecen los objetivos que se esperan alcanzar al final del proceso de estudio, ya sea un bloque, una lección o el ciclo escolar. Incluye métodos como la lluvia de ideas para identificar los aprendizajes previos de los estudiantes.
- **Coinstruccionales:** Es el núcleo del proceso de enseñanza, el estudiantado accede a la información y mantiene una atención constante. Se pueden utilizar estrategias como ilustraciones o mapas conceptuales para clarificar algunos contenidos.
- **Posinstruccionales:** Incluyen resúmenes del tema, análisis de lo aprendido y una visión crítica de los conocimientos adquiridos, se resuelven dudas finales y se abre la posibilidad de ampliar los conceptos para aplicarlos en situaciones nuevas.

Otras estrategias que se pueden utilizar para apoyar esta tarea son:

- Definir con claridad los objetivos del aprendizaje.
- Elaborar ilustraciones e infografías.
- Usar guías para orientar.
- Intercalar preguntas para conservar la atención.
- Utilizar analogías.
- Construir mapas conceptuales y de estructuras de texto.

Estas estrategias permiten, por un lado, que el mismo estudiante modifique su conocimiento inicial y que se apropie del concepto, y por otro lado permiten al docente fungir como un guía en el proceso y aprovechar al máximo las capacidades del alumno motivándolo en el proceso de aprendizaje.

El uso de estrategias de aprendizaje impacta en las habilidades de los estudiantes para volverse aprendices independientes capaces de aprender efectivamente. Además, es común que valoren el aprendizaje metacognitivo cuando notan que son mejores estudiantes cuando experimentan que su forma de aprender se

enriquece. En la actualidad, se ha vuelto tendencia en diferentes partes del mundo la adopción de la idea en las escuelas de aprender a aprender, sin embargo, aún es una práctica poco común dirigir el desarrollo del conocimiento al aprendizaje de los estudiantes (Joke van Velzen, 2016).

Para relacionar el proceso de la metacognición con las etapas o fases del ciclo de aprendizaje, en la siguiente tabla se agrupan algunas estrategias que favorecen el aprendizaje.

ETAPAS DEL CICLO DE APRENDIZAJE (5E)	METACOGNICIÓN		
1. ENGANCHAR	Lluvia de ideas (anónima)	Repetición espaciada	
2. EXPLORAR	Recapitular (al final de la clase)	Pomodoro ⁴ (lectura individual en clase)	
3. EXPLICAR			¿Qué debo hacer primero? ¿Se relaciona con algo que conozco? ¿Necesito ayuda para comprender esto?
4. ELABORAR			¿Hay algo que me confunda? ¿Puedo explicarle esto a alguien más? ¿Por qué me equivoqué?
5. EVALUAR	Comprensión de lectura	¿Qué debo hacer primero? ¿Se relaciona con algo que conozco? ¿Puedo explicarle esto a alguien más?	
		¿Cómo puedo mejorar? ¿Por qué me equivoqué?	

1.4 La evaluación y el seguimiento en la metodología indagatoria

Cuando escuchamos hablar de la evaluación, muchas veces nos remitimos a una prueba estandarizada que mide el nivel de logro de una persona en un ámbito determinado. Toda evaluación considera, como punto de partida, **obtener información**, sobre el sujeto que aprende, y **cómo utilizar** esa información, lo que permitirá **emitir un juicio** al respecto y crear situaciones de intervención en el sujeto que aprende para corregir, ajustar, modificar o mantener algún aspecto del proceso educativo, lo que permitirá saber hasta qué punto se ha alcanzado el objetivo de aprendizaje y qué hacer para prevenir o remediar alguna situación.

Por ello, la indagación promueve un cambio en la forma en la que se desarrollan los procesos de enseñanza y de aprendizaje, para que sean consistentes con la evaluación. Por ejemplo, lejos de buscar que el estudiantado memoriza conceptos, la evaluación bajo este enfoque pedagógico considera la forma en la que evolucionan las ideas de las y los estudiantes, junto con sus habilidades y actitudes. Esta progresión es un elemento central de la evaluación, ya que buscará identificar de qué forma las ideas y las habilidades se van sofisticando a lo largo del trayecto formativo.

La evaluación es un proceso permanente durante todo el proceso formativo y es en primer lugar una herramienta que está al servicio de quien aprende, como un mecanismo de mejora continua.

A continuación, analizaremos las principales características de algunos tipos de evaluación, mismos que son complementarios.

Evaluación diagnóstica o inicial

Facilita saber **qué saben o pueden hacer las y los estudiantes** acerca del tema a abordar, antes de iniciar con su desarrollo. En el enfoque indagatorio este tipo de evaluación permite identificar los saberes y habilidades previos, como punto de partida para iniciar un proceso de aprendizaje. Este tipo de evaluación brinda información sobre los intereses y motivaciones estudiantiles ante el tema de estudio, lo que resulta útil al momento de aplicar estrategias durante la planificación y de esa forma motivarlos para que se adentren en las actividades de aprendizaje.

Evaluación formativa

Es un proceso mediante el cual la comunidad docente **reúne información** acerca de lo que sus estudiantes saben y pueden hacer e interpretan, comparan esta información con las metas formales de aprendizaje para brindarles sugerencias acerca de cómo pueden mejorar su desempeño. Se lleva a cabo con propósitos de mejorar la enseñanza y el aprendizaje mientras la instrucción aún está en curso (Shavelson, y cols. 2008). La práctica en el aula es formativa en la medida en que la evidencia sobre los logros de las y los estudiantes es interpretada y utilizada por el profesorado, los aprendices, o sus compañeros, para tomar decisiones sobre los próximos

⁴ Es una técnica que se enfoca en programar periodos cortos de concentración intercalados con lapsos breves de esparcimiento, para que los estudiantes se enfoquen en el proceso de llevar a cabo una tarea y no en el producto final.

pasos en la instrucción, los que se espera sean mejores, o estén mejor fundados, que las decisiones que habrían tomado en ausencia de la evidencia que se obtuvo (Black y William, 2009).

Algunas estrategias para la utilización de la evaluación formativa son las siguientes:

1. Clarificar y compartir los objetivos de aprendizaje y criterios de desempeño con cada estudiante al inicio de cada ciclo escolar.
2. Diseñar discusiones de clase efectivas, preguntas, actividades y tareas que hagan evidente el aprendizaje del estudiante.
3. Proveer retroalimentación que motive el aprendizaje.
4. Activar en la comunidad estudiantil el deseo de ser responsables de su propio proceso de aprendizaje.
5. Fomentar la participación de las y los estudiantes como recurso de apoyo para sus pares.

Este tipo de evaluación permite identificar los avances o limitaciones en el aprendizaje de cada estudiante con el propósito de brindar una **retroalimentación** que les ayude a lograr los aprendizajes esperados. Por lo que se recomienda diversificar las estrategias de evaluación formativa y de retroalimentación, considerando los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos, todos los productos elaborados por las y los estudiantes, así como la aplicación frecuente de preguntas, ejercicios, tareas escritas o pruebas sencillas. Estas estrategias contribuirán a tomar decisiones sobre cómo reorientar las actividades de enseñanza para ayudar al estudiantado a mejorar su desempeño.

La autoevaluación y la coevaluación como parte de la evaluación formativa

La autoevaluación y la coevaluación tienen un papel importante en los procesos de evaluación con un enfoque formativo. Su propósito es que las y los estudiantes desarrollen la capacidad de reconocer sus avances en el aprendizaje, sus limitaciones y al mismo tiempo, las formas o estrategias que más les ayudan a aprender, al mismo tiempo que identifican las fortalezas de sus compañeros (coevaluación).

Algunas preguntas que apoyan al estudiante a hacer estas reflexiones son: ¿Qué sabía?, ¿Qué sé ahora?, ¿Cómo lo he aprendido? y al momento de ser mediados por los pares permite una consolidación de lo aprendido.



Figura 1:
Evaluación con propósitos formativos (adaptado de Harlen, 2006)

Evaluación sumativa

La evaluación sumativa se lleva a cabo con el propósito de informar los logros en un momento particular. Puede tener, y a menudo es el caso, algún impacto en el aprendizaje, y el resultado puede ser utilizado en la enseñanza, pero esa no es su razón principal.

Bajo el enfoque indagatorio la evaluación sumativa es multidimensional, ya que considera los conceptos adquiridos, las habilidades y los valores. Igualmente, como en el resto de los enfoques de enseñanza, esta evaluación permite **establecer una escala de valor o reporte final de desempeño**.



Figura 2:
Evaluación para propósitos sumativos (adaptado de Harlen, 2006)

Esta evaluación pone de relieve en qué medida las y los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje del ciclo escolar, módulo, bloque o curso, con el propósito de valorar el resultado final en su aprovechamiento. Algunos instrumentos de evaluación sumativa son:

- los trabajos de investigación,
- los mapas conceptuales,
- las exposiciones,
- preguntas de falso y verdadero,
- preguntas abiertas,
- preguntas de opción múltiple o
- estudios de caso.

De esta manera, los contenidos del Manual en Educación en Cambio Climático se desarrollaron con base en esta propuesta metodológica, por lo que todas las actividades tienen una lógica de aprendizaje progresivo y están basadas en el ciclo de aprendizaje de 5E.

Para saber más

Lecturas recomendadas

Airasian, P. W. 2002. *La evaluación en el salón de clases. Biblioteca para la Actualización del Maestro. SEP. México. 270 pp.*

Harlen Wynne. 2013. *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. Publicado por Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP) www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx TWAS-Strada Costiera, 11-34151, Trieste, Italia ISBN: 978-1-291-49836-3*

Martínez, R. F. 2009. *Evaluación formativa en aula y evaluación a gran escala: hacia un sistema más equilibrado. En: Revista Electrónica de Investigación Educativa. Vol. 11, No. 2, 2009, 18 pp.*

William D. 2008. *Improving learning of Science with formative Assessment in Assessing Science Learning: Perspectives from Research and Practice* edited by Janet E. Coffey, Rowena Douglas and Carole Stearns. NSTA Press. USA pp. 7-13



02. **LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CLIMÁTICO**



02. LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CLIMÁTICO

2.1 ¿Cómo influye la energía del Sol en el clima de la Tierra?

Recomendaciones

- Las actividades exploratorias deberán realizarse en días soleados, por ello, es importante que tenga listos los materiales para aprovechar el tiempo soleado.
- Se recomienda que la Actividad 2 sea demostrativa, ya que se requiere usar una fuente de calor a alta temperatura. Las mediciones se pueden comunicar al grupo, pero la tabla, la gráfica y el cuestionario es recomendable que se elaboren en equipo.
- Recuerde, lo importante es brindar a los estudiantes la oportunidad de explorar las ideas y conceptos por sí mismos. Tome en cuenta que en caso de no tener acceso a los materiales formales de experimentación que se sugieren, se le brindan otras opciones para realizar la actividad con materiales de fácil acceso, o bien, usted puede realizar los ajustes que considere necesarios.

INTRODUCCIÓN

Para comprender el funcionamiento del clima de la Tierra es necesario estudiarlo desde un enfoque sistémico, es decir, comprender que son muchos los procesos, componentes y variables que interactúan y se retroalimentan entre sí. La formación de corrientes marinas y de viento, de nubes, de ondas de calor o de frío son todas manifestaciones del clima que están relacionadas y dependen unas de otras.

Sin embargo, todo tiene un origen: la energía proveniente del Sol. Este es el motor del clima, gracias a que se transforma y se transfiere entre los distintos componentes de la superficie terrestre: los océanos, la atmósfera y el suelo.

Los mecanismos físicos mediante los cuales se transfiere la energía en forma de **calor** entre los cuerpos, son la **conducción**, la **convección** y la **radiación**. En el primer caso, la energía se transfiere por contacto directo entre los objetos; en el segundo caso, la transferencia se da por el movimiento de un fluido (líquido o gas) conduciendo a la formación de corrientes. El fluido en contacto con la fuente de calor se calienta, por lo que se expande y disminuye su densidad y como resultado, se eleva entre el fluido más frío y denso, éste desciende para calentarse y formar un ciclo; en el tercer caso, la **radiación se puede emitir como radiación térmica, también nombrada luz infrarroja**, que es una forma de energía que se emite como ondas imperceptibles a nuestra vista, sin embargo, la podemos percibir en forma de "calor" que emiten por ejemplo objetos, seres vivos, la superficie terrestre o los océanos. También se puede emitir como **luz visible**, como la que podemos percibir en forma de rayos de sol. El Sol emite la mayor parte de su energía en forma de **luz visible**, también emite luz infrarroja y **luz ultravioleta**.

Una magnitud física estrechamente relacionada con la transferencia de energía en forma de calor es la temperatura, que nos indica si un objeto está más caliente o más frío respecto de otro.

En la superficie terrestre, la temperatura varía dependiendo de si es de día o de noche, si vivimos en el ecuador o cerca de los polos, si es invierno o si es verano (Figura 1).

Dado que el concepto de energía es complejo no se busca ofrecer una definición, en cambio, se trabajará en actividades exploratorias que ayuden a los estudiantes a comprender las distintas formas de transferencia de energía que dan origen a los fenómenos del clima.



Figura 1. Influencia de la rotación e inclinación de la Tierra en la incidencia de la energía del Sol.

OBJETIVOS

- Comprender que la energía proveniente del Sol genera las condiciones del clima en la Tierra.
- Analizar los procesos de transferencia de la energía del Sol en la superficie del planeta, sus causas y consecuencias.
- Establecer la diferencia entre energía térmica (en el lenguaje cotidiano se suele hablar de calor) y temperatura.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Para iniciar la actividad, comente con sus estudiantes que durante la sesión analizarán algunos ejemplos de cómo el Sol influye en el clima del planeta.
2. Realice las siguientes preguntas para involucrar a sus estudiantes en el tema.
¿Cuál es la diferencia entre la sensación al estar parado bajo los rayos del Sol o bajo una sombra?
¿Dónde prefieres estar? ¿Por qué?
¿Qué pasa cuando alguna nube tapa los rayos del Sol?
3. Dé oportunidad a sus estudiantes para reflexionar sus respuestas.
4. Escuche con atención las respuestas de sus estudiantes, a partir de lo anterior, plantee la siguiente pregunta:
¿Cómo se imaginan que sería el planeta Tierra si no existiera el Sol?

5. Comente con sus estudiantes que el Sol es una estrella y que como en todas las estrellas ocurren fenómenos que liberan energía, un tipo de energía es la luz, que viaja por todo el universo y por eso la podemos ver. Comente que todas las estrellas son soles y que la luz del Sol que nosotros vemos tarda ocho minutos en llegar de la superficie del Sol a la Tierra.
6. Diga a los estudiantes que el clima y la vida en el planeta depende de la energía proveniente del Sol y del rol de la atmósfera que actúa como una cubierta.
7. Para comprender cómo incide la energía que llega del Sol en la superficie del planeta, plantee a sus estudiantes la siguiente actividad exploratoria.

EXPLORAR

Actividad 1. INCIDENCIA DE LOS RAYOS SOLARES EN LA TIERRA

RESUMEN

En esta actividad, se ejemplifica la forma en la que llega la luz del Sol al planeta.

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

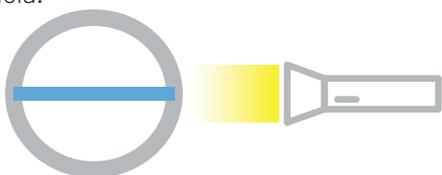
Tiempo de realización: 25 minutos

Materiales para equipos de 4 estudiantes:

- 1 globo terráqueo pequeño (puede sustituirse por una pelota pequeña o un globo de plástico inflado).
- 1 lámpara de mano (puede sustituirse por la lámpara de un celular)

PROCEDIMIENTO

1. Muestre a los estudiantes el globo terráqueo, el globo o la pelota. Indique que es una representación a escala de la Tierra.
2. Destaque que una característica del planeta (representado por el globo terráqueo) es la inclinación del eje. El eje terrestre es una línea imaginaria que va de norte a sur y que es fundamental porque esta inclinación es la responsable que, entre otros aspectos, la luz solar no llegue con la misma intensidad a todos los puntos del planeta.
3. Señale también que exactamente a la mitad del globo se encuentra el ecuador, que también es una línea imaginaria (es decir, que no existe en realidad, sino que nos ayuda para efectos del estudio del planeta) que divide a la Tierra en dos hemisferios, el hemisferio norte y el hemisferio sur.
4. Utilice la luz de la lámpara de mano para representar la luz solar.
5. Para explorar cómo incide la energía del Sol, indique a los estudiantes que deberán mantener la lámpara en un plano perpendicular al ecuador a 20 cm de distancia.



6. Solicite que enciendan la lámpara, dirijan la luz hacia el centro del globo, observen y registren lo que sucede.
7. Pida que dirijan el rayo de luz hacia alguno de los polos (norte o sur), observen y registren lo que sucede.
8. Una vez realizada la actividad anterior solicite a los estudiantes que comparen sus observaciones cuando la luz se dirige hacia el ecuador y cuando se dirige a los polos. ¿Qué pueden inferir?
9. ¿Qué relación existe entre las estaciones del año y que en distintos momentos del año el Sol ilumine mayormente el polo norte, en otro el polo sur y en otro el ecuador?

EXPLICAR

1. Comente con los estudiantes que, durante el desarrollo de la actividad, la cantidad de energía que recibe la Tierra del Sol no es igual en toda la superficie debido a la curvatura de la Tierra. En el ecuador se recibe una mayor cantidad de energía porque los rayos llegan de manera más directa (llega más energía), a diferencia de los polos en donde los rayos del Sol se reciben de forma inclinada (llega menos energía).
2. Debido a que la Tierra gira alrededor del Sol y tiene una inclinación en su eje de rotación, la exposición de la superficie de la Tierra a los rayos solares es también desigual. Es por esto que, mientras es verano en el hemisferio norte, hace más calor (las temperaturas están más altas); en el hemisferio sur es invierno y hace más frío (Figura 2).

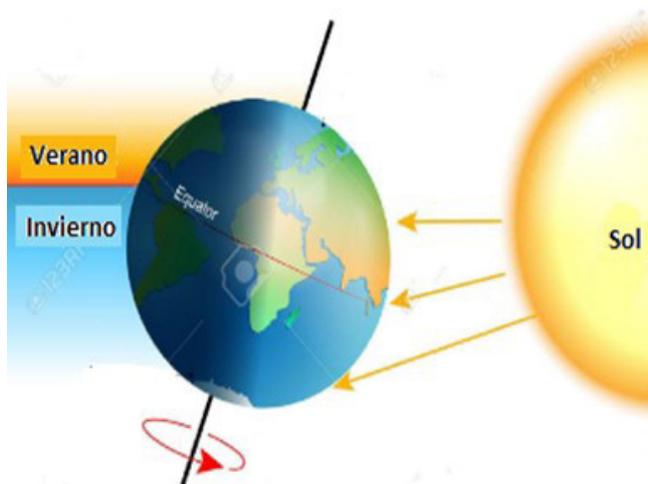


Figura 2. La luz del Sol no llega con la misma intensidad en las diferentes partes de la superficie de la Tierra porque el eje terrestre está inclinado.

3. Una de las grandes ideas que prevalecen en muchas personas es que consideran energía térmica (calor) y temperatura como sinónimos, sin embargo, es importante diferenciar estos dos términos. Cuando la energía se “manifiesta”, generalmente una parte de esa energía se transfiere al ambiente como calor. Por ejemplo, cuando una licuadora está en funcionamiento, una parte de la energía eléctrica se transforma en energía mecánica que tritura la fruta, y otra parte calienta el motor y otras partes de la licuadora.

4. A continuación, pregunte a sus estudiantes:

¿Han escuchado la palabra temperatura? ¿Qué es? Explícalo con tus propias palabras.

¿Cómo se mide la temperatura?

5. Escuche y registre las respuestas de sus estudiantes.

Comente con sus estudiantes que, seguramente cuando se enferman de gripe o tienen alguna infección es usual la frase “les da temperatura”, cuando en realidad lo que tienen es fiebre, para asegurarse, les ponen un termómetro para medir su temperatura y comprobar si aumentó la temperatura corporal.

Actividad 2. DIFERENCIA ENTRE ENERGÍA TÉRMICA (CALOR) Y TEMPERATURA

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

Tiempo de realización: 45 minutos

Materiales:

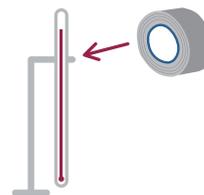
- Agua de la llave
- Recipiente de 500 ml para calentar el agua
- Dispositivo para calentar (mechero, estufa o parrilla eléctrica)
- 3 cubitos de hielo o 1 hielo grande



- Papel milimétrico
- Regla
- Lápiz
- Termómetro escala (0-100° C)
- Alambre para hacer un soporte para el termómetro
- Cinta adhesiva

PROCEDIMIENTO

1. Haga un soporte para el termómetro con el alambre y use cinta adhesiva para fijarlo



2. Vierta en el recipiente de 500 ml agua hasta alcanzar 1 cm de nivel para poder introducir el termómetro en el líquido sin que toque el fondo.

3. Agregue los 3 cubitos de hielo o 1 cubo de hielo grande, para que la proporción sea aproximadamente mitad agua mitad hielo.

4. Midan y registren la temperatura hasta que se estabilice alrededor de los 0 °C.

5. Con el termómetro dentro del recipiente, ponga a calentar el recipiente con el agua y hielo.

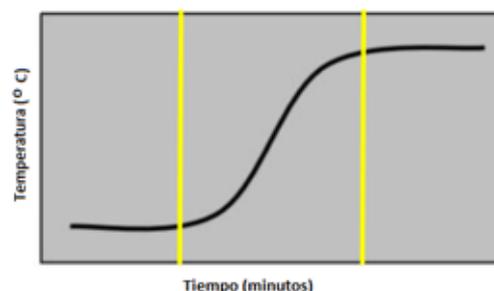
6. Midan la temperatura en intervalos de 1 minuto durante 10 minutos, hasta que el agua comience a hervir.

7. Registren el tiempo y la temperatura en una tabla como se muestra a continuación:

Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)
0	
1	
2	
3	

8. Grafique la temperatura contra el tiempo en el papel milimétrico⁵. La temperatura en el eje vertical (y) y el tiempo en el eje horizontal (x).

9. La gráfica debe lucir como una “s” alargada, con la regla trace dos líneas verticales que dividan la gráfica en tres partes. La primera parte se ve “plana”, la segunda parte parece una “s” deformada y la tercera parte se ve “plana” otra vez.



⁵ Si le es posible utilice una herramienta TIC, como una hoja de cálculo

10. Plantee a sus estudiantes las siguientes preguntas de reflexión:

¿En qué se usa el calor suministrado por el mechero si observamos en la primera parte de la gráfica?

(Respuesta esperada: En derretir el hielo)

¿En qué se usa el calor suministrado por el mechero en la segunda parte de la gráfica?

(Respuesta esperada: En aumentar la temperatura del agua)

¿En qué se usa el calor suministrado por el mechero en la tercera parte de la gráfica?

(Respuesta esperada: En evaporar el agua)

¿Es lo mismo calor y temperatura? ¿Se relacionan? Compare las respuestas que dieron al inicio con sus nuevas respuestas.

(Respuesta esperada: Son magnitudes físicas diferentes, pero se relacionan)

¿En qué son diferentes el calor y la temperatura?

(Respuesta esperada: El calor es la transferencia de energía de los objetos calientes a los fríos y la temperatura mide qué tan caliente o frío está un objeto)

☆ NOTA: Recuerde que quizá no alcance los 0 °C ni los 100 °C, esto depende de la presión atmosférica, que cambia con la altitud de donde se encuentre. A nivel del mar, el punto de ebullición se alcanza a los 100 °C, en la Ciudad de México es alrededor de los 95 °C.

La meseta inicial (primera parte de la gráfica) refleja que, aunque no aumentó la temperatura sí hubo transferencia de energía térmica (calor) porque estuvo encendido el mechero y se derritió el hielo. Para derretir el hielo se necesita energía. La sección ascendente de la gráfica (segunda parte) muestra el aumento de la temperatura del agua hasta el punto de ebullición y la meseta final (tercera parte de la gráfica) representa el cambio de líquido a gas (vapor de agua) – la energía térmica (calor) es necesaria para evaporar el agua. Durante todo el experimento hubo transferencia de calor, pero solo en una etapa aumentó la temperatura. En conclusión, los términos de energía térmica (calor) y temperatura, son diferentes.

EXPLICAR

1. Proporcione la siguiente lectura a los estudiantes para que la realicen individualmente en 10 minutos (utilice la estrategia Pomodoro, descrita en el Tema 1).
2. Para comenzar la etapa de explicar y después de realizar la lectura, pida que cada equipo elija a un integrante para que explique con sus palabras ¿Qué sucede con la energía del Sol que llega a la Tierra?
3. Escriba las nuevas explicaciones y dirija una discusión grupal para elaborar una conclusión de manera grupal.

Lectura: La energía del Sol es el motor del clima

Como parte del Sistema Solar, el planeta Tierra es el único que cumple con las condiciones que hacen posible la vida como la conocemos. Estar a una distancia adecuada del Sol permite, entre otras condiciones, recibir la energía suficiente para tener agua en estado líquido, sólido y gaseoso.

El Sol es una estrella de regular tamaño, en ella y en todas las estrellas de su tipo, ocurren fenómenos que liberan una gran cantidad de energía. De la superficie del Sol, la Tierra recibe energía por medio de radiación que comúnmente conocemos como luz. Aproximadamente el 50% de esa luz es luz visible, es decir, que podemos captar con nuestra vista, el 40% es **luz infrarroja** (IR), que percibimos por la piel en forma de calor y el 10% es **luz ultravioleta** (UV), que no podemos ver, pero que nos quema la piel cuando nos asoleamos.

Del total de energía que recibe la Tierra, cerca de una tercera parte se refleja de vuelta al espacio por las nubes, la atmósfera y las superficies blancas como la nieve o la arena. Las otras dos terceras partes son absorbidas por la atmósfera y las nubes, así como por los océanos y por la superficie terrestre (Figura 3).

Durante el día, la energía proveniente del Sol calienta la superficie terrestre, que está ocupada en 70% por el agua de los océanos y en 30% por la superficie continental y su vegetación.

La energía solar también calienta el aire, que asciende y provoca que el aire frío ocupe su lugar formando corrientes de aire. En los océanos, el agua en la región del ecuador se calienta y transporta calor hacia los polos, así se generan las corrientes oceánicas, además de las corrientes superficiales que son impulsadas por los vientos.

Parte de la energía proveniente del Sol también calienta el agua superficial de los océanos, ríos y lagos propiciando la evaporación y con ello la formación de nubes.

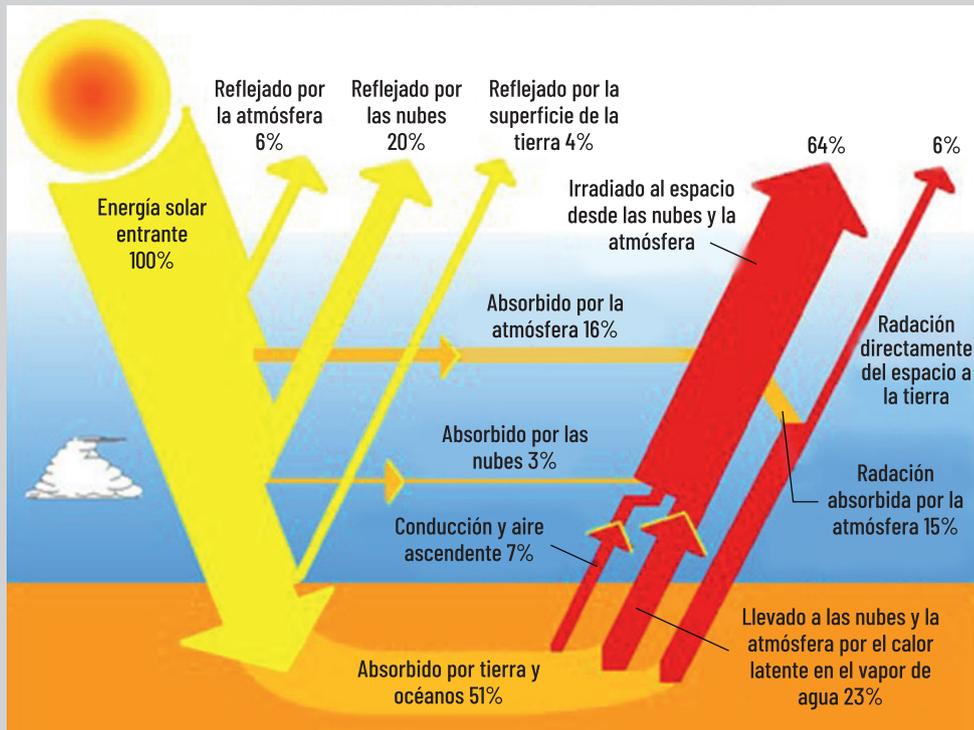


Figura 3. Incidencia de la energía del Sol en la superficie de la Tierra⁶

¿Qué pasa con la energía proveniente del Sol en la superficie terrestre?

En la actividad exploratoria de esta lección, nos dimos cuenta que, dado que la Tierra tiene una forma casi esférica, la cantidad de energía que se recibe del Sol no es homogénea. En el ecuador, la energía que recibe es mayor por unidad de superficie que la que se recibe en los polos, donde los rayos llegan de forma más inclinada. Por consiguiente, la cantidad de energía que se recibe del Sol es mayor en la franja intertropical del planeta (a los lados del Ecuador). El eje terrestre (que es una línea imaginaria que va del polo sur al polo norte) tiene una inclinación de 23.5° respecto al plano de la órbita de la Tierra, así que conforme el planeta viaja alrededor del Sol por el espacio, la luz solar llega en mayor cantidad al ecuador y a los trópicos (franja intertropical), como en la primavera y el otoño. Cuando el Sol ilumina más el hemisferio norte es verano, mientras que en el hemisferio sur estarían en invierno. En cambio, cuando en el hemisferio norte llega menos energía solar estamos en invierno, pero eso quiere decir que en el hemisferio sur llega más energía solar y están en verano (Figura 4).

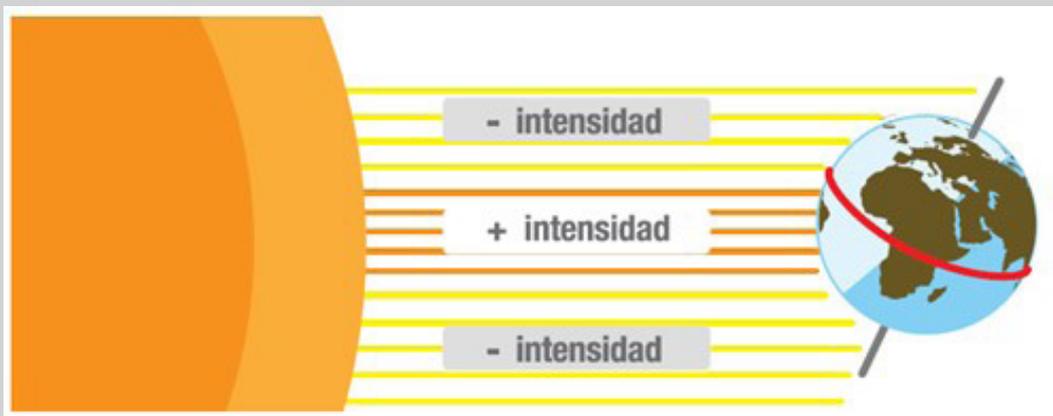


Figura 4. Incidencia de los rayos solares en diferentes latitudes

⁶ Fuente: NASA https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:NASA_earth_energy_budget.gif

ELABORAR

1. Pida a los estudiantes que elaboren un organizador gráfico donde expliquen lo que sucede en la superficie terrestre con la energía que se recibe del Sol. Pueden utilizar dibujos.

2. Solicite que encierren en un círculo las palabras nuevas que aprendieron en la actividad, cuyo significado ahora conocen. Recupere las ideas iniciales sobre la energía solar y su interacción con nuestro planeta, y vuelva a preguntar: ¿Cómo se imaginan que sería el planeta Tierra si no existiera el sol?, ¿Cuáles serían las consecuencias de la ausencia del sol para el planeta?

- La radiación que proviene del Sol es más intensa en el ecuador y menos intensa cerca de los polos norte y sur. Esto determina las estaciones del año.

- La radiación llega a la superficie como luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta.

- La transferencia de energía en la superficie ocurre mediante conducción, convección y radiación.

- La superficie terrestre transfiere energía por conducción a las masas de agua y aire, así se generan las corrientes.

- La radiación es una forma de transferir energía a distancia. El Sol transfiere su energía a la Tierra por radiación.

GLOSARIO

Luz visible. Se denomina a la radiación electromagnética que se encuentra en la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir.

Radiación electromagnética (luz). Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio, transportando energía de un lugar a otro. Puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

Radiación (luz) infrarroja. También conocida como radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible. Es la radiación emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor a 0 Kelvin.

Radiación (luz) ultravioleta. Es la radiación cuya longitud de onda es menor que la de la luz visible, pero mayor que la de los rayos X. La fuente más habitual de radiación ultravioleta es el Sol, aunque también se puede producir artificialmente mediante lámparas ultravioleta (UV).

EVALUAR

Pida que cada estudiante elabore dos tarjetas con las letras **V** (de verdadero) y **F** (de Falso). Usted leerá una situación del recuadro que aparece a continuación, y a partir de ella deberán escoger entre la **V** (si piensan que la situación es verdadera) o **F** (si piensan que la situación es Falsa). Los estudiantes deberán justificar su elección.

Situación	Respuesta	
1. La mayor parte de energía procedente del Sol la percibimos en forma de luz visible	(V)	(F)
2. El eje terrestre y el ecuador son líneas imaginarias que nos permiten estudiar a nuestro planeta.	(V)	(F)
3. En el ecuador hace más frío porque la incidencia de los rayos solares es más inclinada.	(V)	(F)
4. El viento se mueve porque la superficie terrestre calienta las masas de aire que están en contacto con la superficie, luego las masas de aire caliente suben y las del aire frío bajan.	(V)	(F)
5. La energía térmica (calor) es una forma de energía.	(V)	(F)
6. Las estaciones del año se deben a la inclinación del eje terrestre y a la curvatura de la Tierra, lo que propicia una desigual incidencia de los rayos solares en su superficie.	(V)	(F)
7. La temperatura es la forma de medir que tan caliente o frío está un objeto.	(V)	(F)

CONCLUSIONES

- El Sol es la fuente primordial de la energía que recibe el planeta, la cual llega a la Tierra en forma de radiación.

2.2 ¿Qué son los gases de efecto invernadero (GEI)?

➔ PARA RECORDAR...

En la lección anterior revisamos que el Sol es la fuente primordial de energía que recibe el planeta. Esta energía llega a la Tierra en forma de luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta y su intensidad es diferente en cada región del planeta debido a la redondez e inclinación de la Tierra. La transferencia de energía en la superficie y en la atmósfera ocurre mediante conducción, convección y radiación. La superficie terrestre transfiere energía por conducción a las masas de aire y agua. De esta manera se generan las corrientes de aire y oceánicas. La radiación es una forma de transferir energía a distancia; el Sol transfiere su energía a la Tierra por radiación.

Recomendaciones

- En esta lección realizará la actividad experimental Entendiendo el concepto de concentración (página 27), por lo que le sugerimos solicitar a sus estudiantes preparar con antelación los materiales necesarios.

▶ INTRODUCCIÓN

La atmósfera es la capa de gas que rodea la Tierra y es retenida por la acción de la gravedad (Gil, 2006). Está compuesta por 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y el 1% restante por varios gases. Tiene una altura aproximada de 200 km y aunque podría parecer que es muy extensa, en realidad es una capa muy delgada si la comparamos con el tamaño de la Tierra. Se divide en cinco capas que se diferencian porque tanto la concentración, como la presión del aire disminuyen con la altura (Figura 1). Las características más importantes de cada una son:

- **Troposfera**, se sitúa a una altura variable, entre los 11 y los 17 km, la temperatura disminuye con la altura, hasta llegar a cerca de $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ en su límite superior; es el medio en el cual se genera la actividad de los vientos y la que tiene mayor influencia sobre el clima. En esta capa se encuentra cerca del **80 %** de la masa de la atmósfera.
- **Estratosfera**, se extiende hasta 50 km de altura. En esta parte, se encuentra la capa de ozono y es la capa que contiene el otro **19.9%** de la masa de aire.
- **Mesosfera**, se extiende hasta aproximadamente los 80 km; se caracteriza porque solo contiene cerca del **0.1%** de la masa total de aire.
- **Termosfera**, esta capa se extiende hasta aproximadamente 200 km.
- **Exosfera**, es la región atmosférica más distante de la superficie terrestre; su límite superior está relativamente indefinido, en ella los gases atmosféricos como el oxígeno y el nitrógeno casi no existen.

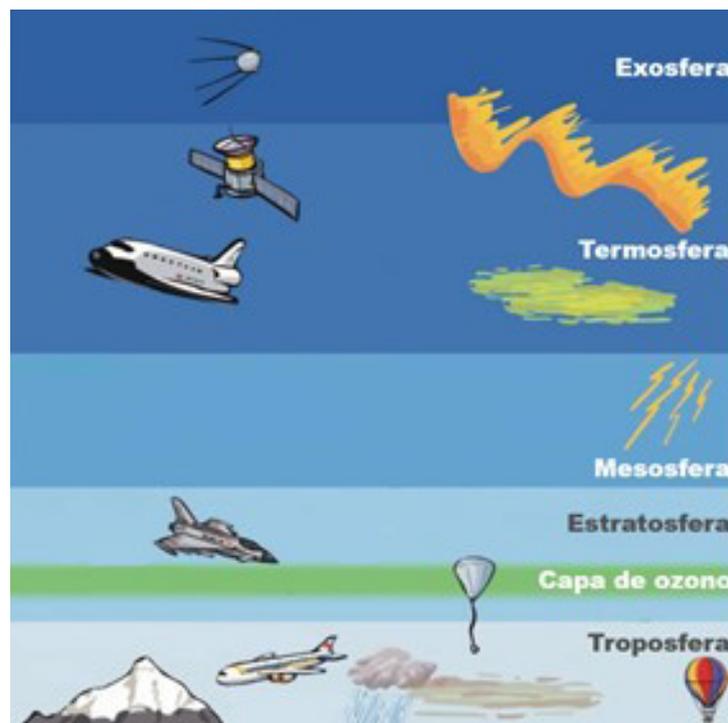


Figura 1. Capas de la atmósfera

Es importante tener presente que todos los fenómenos relacionados con el clima que estudiaremos, ocurren en la capa que se encuentra más cercana a la superficie terrestre, es decir, la troposfera.

La atmósfera contiene el oxígeno necesario para la mayoría de los seres vivos. También, contiene la capa de ozono, la cual constituye una barrera que protege a la Tierra de la radiación ultravioleta (UV). Además, la atmósfera tiene la importante función de mantener una temperatura adecuada para la vida como la conocemos. Esto es gracias a la presencia de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), sin los cuales la Tierra sería una gran roca congelada.

A medida que la radiación solar (principalmente luz visible) llega a la superficie terrestre y la calienta, ésta emite hacia el espacio radiación con una mayor longitud de onda, radiación infrarroja. Los GEI son gases que absorben esta radiación infrarroja terrestre y la reemiten en todas direcciones, permitiendo que parte de esta radiación regrese a la superficie (radiación de retorno) y la caliente aún más. De esta manera, los GEI evitan que todo el calor se escape hacia el espacio.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) tienen una función muy importante para la regulación del clima del planeta. Sus concentraciones en la atmósfera se miden en partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb). La mayoría de estos gases se encuentran de forma natural en la atmósfera. Los más importantes son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

OBJETIVOS

- Identificar que los gases de efecto invernadero forman parte de la atmósfera.
- Reconocer la importancia de los gases de efecto invernadero en la regulación del clima del planeta.
- Analizar el concepto de concentración.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

¿Qué son los gases de efecto invernadero (GEI)?



1. Para iniciar la lección plantee las siguientes preguntas a las y los estudiantes: ¿Has sentido el aire? Aun cuando no lo ves, ¿cómo sabes que el aire existe?
2. Estas son algunas posibles respuestas que las y los estudiantes le brindarán: Cuando las hojas de los árboles se mueven, cuando nuestro pelo se mueve, el sonido que emite cuando el viento es fuerte, el sonido de los instrumentos, etcétera.
3. A continuación, pregunte a sus estudiantes ¿por qué crees que es importante el aire para la vida en el planeta? Las posibles respuestas de las y los estudiantes pueden ser: permite la respiración, permite la fotosíntesis, etcétera.
4. Por último, reflexione con las y los estudiantes ¿Qué crees que contiene el aire? Anote las respuestas que sus estudiantes compartan en una hoja rotafolio o en el pizarrón.

5. Retome las respuestas y explique a sus estudiantes que el aire es una mezcla de gases que forman la atmósfera. Esos gases son necesarios para la vida en el planeta: la respiración de los animales (oxígeno), la fotosíntesis de las plantas (oxígeno y CO_2). También permiten la existencia del fuego (oxígeno) y de nubes (vapor de agua condensada en gotitas). Pero también, es muy importante para que tengamos una temperatura confortable para la vida.

EXPLORAR

Para comprender de qué forma la atmósfera influye en el clima del planeta e introducir la actividad experimental, comparta con sus estudiantes la siguiente lectura “El aire y los gases de efecto invernadero”.

Lectura: El aire y los gases de efecto invernadero

¿Alguna vez te has preguntado que contiene el aire? Podemos saber que se encuentra ahí porque lo percibimos de diferentes maneras, aunque no podamos verlo, pero ¿qué es eso que sentimos? El aire es una mezcla de gases que forman lo que conocemos como atmósfera. Recordemos que la materia la podemos encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. En el caso de los gases, sus moléculas se encuentran muy separadas, y se mueven libremente de manera desordenada, lo que explica sus propiedades de expansión y compresión. La atmósfera se constituye por materia en estado líquido y gaseoso, no la podemos ver a simple vista, pero podemos sentirla.

En el aire encontramos gases como: nitrógeno, oxígeno, neón, helio, dióxido de carbono, entre otros. El oxígeno, por ejemplo, es de gran importancia para que la vida en el planeta fluya. El aire, además de ser transparente, también es inodoro e incoloro, pero cuando se encuentra en grandes volúmenes y a distancia podemos apreciar un color azul que es provocado porque la luz solar atraviesa la capa gaseosa de la atmósfera y se dispersa en todas direcciones, la luz azul se esparce más que el resto de los colores porque viaja en ondas pequeñas, de ahí que usemos la expresión de que el color del cielo es azul.

Entre los gases que componen el aire y forman parte de la atmósfera se encuentran aquellos llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) los cuales son muy importantes para el clima de la Tierra. Cuando la superficie terrestre es alcanzada por la radiación que emite el Sol, ésta se calienta y emite hacia el espacio radiación infrarroja en forma de radiación térmica (calor). Los GEI absorben esta radiación infrarroja terrestre reemitiéndola en todas direcciones, lo que evita que parte de esta energía escape hacia el espacio. Esta regresa a la superficie terrestre (radiación de retorno) calentando nuestro planeta aún más y manteniendo así una temperatura óptima para la vida. Sin la presencia de los GEI en la atmósfera la temperatura del planeta sería muy fría; por el contrario, si los GEI se concentran de manera excesiva, se genera un aumento de la temperatura media del planeta, lo que dificulta la vida tal y como la conocemos actualmente.

Los principales GEI son el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua, el metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), que se producen por diferentes procesos naturales. Estos GEI están presentes en la atmósfera en muy pequeñas cantidades, por lo que sus concentraciones se miden en partes por millón (ppm = 1 parte por 1 000 000 partes) y partes por billón (ppb = 1 parte por 1 000 000 000 partes). Como puedes observar en la siguiente tabla, el vapor de agua es el GEI más abundante en la atmósfera.

Gas de efecto invernadero	Concentración	Fuente de emisión	Varia en función de la temperatura
Vapor de agua	1% a 4%	Evaporación del agua	Sí
CO_2	400 ppm	Descomposición materia orgánica, respiración organismos e incendios	No
CH_4	1200 ppb	Digestión rumiantes y humedales	No
N_2O	310 ppb	Descomposición bacteriana de materia orgánica	No

Actividad 3. ENTENDIENDO EL CONCEPTO DE CONCENTRACIÓN

RESUMEN

Los estudiantes organizados en equipos de cuatro integrantes analizarán la importancia del concepto de concentración a partir de una actividad experimental de dilución.

Forma de trabajo: Actividad en equipo de 4 personas

Tiempo de realización: 45 minutos

Materiales para equipos de 4 estudiantes:

- Una bandeja para cubitos de hielos (de preferencia blanca o transparente), si no cuenta con las bandejas, pueden usar: vasos pequeños de plástico, cucharas de plástico blancas o taparrosca blancas
- Dos goteros, una jeringa o pipetas
- Tres vasos de precipitado de 250 ml o vasos de vidrio
- Colorante para comida (preferentemente con gotero)
- Marcador indeleble
- Palillos de madera

PROCEDIMIENTO

1. Rotulen con un marcador indeleble la bandeja para cubos de hielo en celdas de 1 al 5.
2. En la celda 1, agregue 10 gotas de colorante. Esto representa una solución con una concentración de 100% de colorante, es decir 1 millón de partes por millón (ppm).
3. Tomen una gota de la solución de la celda 1, con uno de los goteros, y colóquelo en la celda 2.
4. Enjuague el gotero con agua limpia para eliminar los restos del colorante. Es importante que cada vez que utilice el gotero lo enjuague en uno de los vasos de plástico.
5. Agreguen 9 gotas de agua limpia, con otro gotero limpio, en la celda 2 y mezclen con un palillo de madera. Ahora la solución está diluida en 1/10 de la concentración original, es decir, 100,000 partes de colorante por millón de partes de solución (1,000,000 ppm).
6. Tomen una gota de la solución de la celda 2 y colóquela en la celda 3.
7. Enjuague el gotero de nuevo.
8. Agreguen 9 gotas de agua limpia a la celda 3 y mezclen, ¿cuál es la concentración del colorante en ppm?

9. Repitan el procedimiento anterior con las celdas 4 a 5 (es importante limpiar el gotero con el que coloque el colorante entre cada uso). Después de cada dilución, en una **tabla de resultados** cómo la que se muestra a continuación, iluminen los diferentes grados de color y escribe las ppm de las casillas 3, 4 y 5.

Recuerden que algunos gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, vapor de agua, metano y óxido nitroso) se encuentran en la atmósfera en cantidades minúsculas. Por ejemplo, en una muestra aleatoria del aire de la troposfera, es probable que solo se encuentre alrededor de 400 moléculas de CO_2 por cada millón de moléculas de la mezcla de aire. Los científicos expresan esta cantidad como 400 partes por millón (ppm).

Celda	1	2	3	4	5
Color					
Ppm	1 000 000	100 000			

A partir de los resultados obtenidos, contesten de manera individual las siguientes preguntas:

1. ¿En qué celda el color es más intenso? ¿Por qué?
2. ¿En qué celda el color es menos intenso? ¿Por qué?
3. ¿Hay celdas en las que el líquido es incoloro? ¿Hay colorante en estas celdas? ¿Cómo lo sabes?
4. ¿Qué celdas representan la concentración en la que se encuentran los gases de efecto invernadero en la atmósfera?

Comenten sus respuestas con sus compañeros de equipo.

EXPLICAR

Una vez que hayan discutido en equipo, plantee las respuestas a todo el grupo y organicelas en una hoja rotafolio.

Comente con sus estudiantes que los GEI representan sólo el 0.3% de los gases que componen la atmósfera, una cantidad muy pequeña, sin embargo, éstos tienen una función muy importante para la regulación del clima del planeta. Si las concentraciones de estos gases aumentan, habrá un aumento de temperatura. Cada uno de los gases, en las proporciones en las que se encuentran en la atmósfera, juegan un papel importante para la regulación del clima y por lo tanto de la vida en el planeta como la conocemos ahora.

Tenga presente los conceptos e ideas centrales revisadas durante la lección para guiar una reflexión grupal.

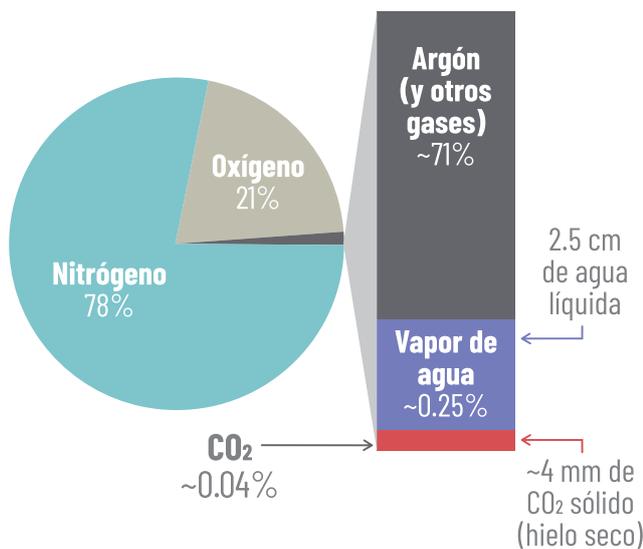
- La atmósfera se compone de gases como el nitrógeno, el oxígeno y los gases de efecto

invernadero, entre otros.

- Los gases de efecto invernadero se encuentran en una concentración muy pequeña en la atmósfera y se miden en partes por millón (ppm) o partes por billón (ppb).
- Los gases de efecto invernadero más importantes y que se encuentran de forma natural en la atmósfera son vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.
- Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja que emite la Tierra al ser calentada por la radiación del Sol, y permiten que parte de esta energía infrarroja regrese a la superficie terrestre para generar una temperatura óptima para la vida en el planeta.

ELABORAR

- Recupere las respuestas del grupo de la Actividad 3 y pida a los estudiantes que relacionen las concentraciones de los gases en la atmósfera, apóyese en la siguiente figura para hacer la analogía. (Ejemplo: sería necesario poner aproximadamente 2 gotas de colorante con 8 de agua para que sea análoga a la concentración de oxígeno).



EVALUAR

Para finalizar la lección, pida a las y los estudiantes que reflexionen sobre las siguientes preguntas:

- ¿Por qué crees que es importante el aire para la vida en el planeta?
- ¿Qué contiene el aire?
- ¿Qué son los gases de efecto invernadero y por qué son importantes?

Dé algunos minutos para que las y los estudiantes escriban sus respuestas en sus cuadernos. Posteriormente, realice una reflexión grupal y permita que las y los estudiantes expresen lo que ahora saben sobre el tema.

CONCLUSIONES

- La atmósfera es una capa de gases muy delgada que rodea la Tierra.
- Su composición tan característica es muy importante para la determinación del clima del planeta y para el desarrollo de la vida como la conocemos.
- Los gases de efecto invernadero, aunque se encuentran en cantidades muy pequeñas en la atmósfera, permiten que parte de la radiación térmica (calor) que emite la Tierra al ser calentada por el Sol, regrese a la superficie terrestre (radiación de retorno), lo que mantiene una temperatura óptima para la vida.

Para saber más

En caso de que tenga acceso a recursos digitales, lo invitamos a explorar con sus estudiantes cómo interactúan los diferentes gases de la atmósfera con la radiación visible y la radiación infrarroja en el Simulador "El efecto invernadero" disponible en el siguiente enlace: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=es>

GLOSARIO

Molécula: conjunto de átomos iguales o diferentes, unidos por enlaces químicos, que constituyen la mínima porción de una sustancia que puede separarse sin alterar sus propiedades.

Partes por millón (ppm): es una unidad de medida con la que se mide la concentración (1 parte por 1 000 000 partes).

Partes por billón (ppb): es una unidad de medida con la que se mide la concentración (1 parte por 1 000 000 000 partes).

2.3 ¿Qué es el efecto invernadero natural?

➔ PARA RECORDAR...

La atmósfera terrestre está compuesta por gases, principalmente nitrógeno y oxígeno, y en una cantidad muy pequeña (1%) por otros gases. Además, la atmósfera contiene el oxígeno necesario para la mayoría de los seres vivos y nos protege de la radiación UV. Otra de sus funciones es mantener una temperatura adecuada para la vida como la conocemos, gracias a los Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre los principales se encuentran: vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Los GEI corresponden únicamente al 0.3% de los gases que componen la atmósfera y se miden en partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb).

Recomendaciones

- Durante la etapa de Enganchar motive a los estudiantes a participar con las ideas que tienen sobre qué es el efecto invernadero natural, recuerde que en este momento no hay respuestas correctas o incorrectas, son los conceptos previos de los que partiremos para orientar al estudiante en la construcción o reconstrucción de sus conocimientos y así alcanzar los aprendizajes esperados.
- Permita a los estudiantes que compartan y discutan los hallazgos y aprendizajes que logren sobre el efecto invernadero natural.

► INTRODUCCIÓN

El efecto invernadero natural

El efecto invernadero sucede de forma natural desde hace millones de años, debido a la interacción de la radiación infrarroja proveniente de la superficie terrestre con los gases de efecto invernadero que se encuentran en la atmósfera. Se le llama así, por su similitud con el efecto que sucede dentro de un invernadero, donde se conserva una determinada temperatura.

En este proceso, la mayor parte de la energía del Sol (70%) atraviesa la atmósfera y llega a la superficie de la Tierra, calentándola. El otro 30% regresa al espacio, al reflejarse por la atmósfera, las nubes y las superficies blancas, por ejemplo, la nieve. Al calentarse, la superficie terrestre, emite hacia la atmósfera la misma cantidad de energía que recibe, pero en forma de radiación infrarroja, y al interactuar con los gases de efecto invernadero, una parte de esta radiación regresa nuevamente a la superficie terrestre (**energía de retorno**), esto contribuye a mantener la temperatura de la Tierra, que hace posible la vida como la conocemos (Figura 1). El dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el vapor de agua son los gases de efecto invernadero de mayor importancia en el sistema climático.



Figura 1. Efecto invernadero natural

OBJETIVOS

- Comprobar de manera experimental el fenómeno del efecto invernadero natural.
- Identificar que el dióxido de carbono, el metano, el óxido nítrico y el vapor de agua son los gases de efecto invernadero de mayor importancia en el sistema climático.
- Comprender que el efecto invernadero natural se produce por la interacción de los GEI con la radiación infrarroja proveniente de la superficie terrestre.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Para comenzar la lección, pregunte a sus estudiantes ¿Sabes lo que es un invernadero? ¿Alguien ha estado en alguno? ¿Cómo son? ¿Cómo funcionan?
2. Una vez que escuchó las ideas de los estudiantes, céntrate en aquellas respuestas de quienes mencionaron conocer un invernadero, probablemente muchos de ellos no ubiquen lo que es, aunque seguramente lo habrán visto. Muestre la imagen que se encuentra en la parte inferior, si le es posible, busque algunas imágenes en internet y si tiene posibilidad, proyecte la imagen en el aula para que sus estudiantes vean cómo es y cuáles son sus características, para que se genere una idea lo más cercana posible a un invernadero.
3. Mencione a sus estudiantes que un invernadero es un lugar cerrado, dotado habitualmente de una cubierta exterior translúcida de vidrio o plástico que generalmente alberga cultivos de manera controlada, que simulan un microclima constante para tener diferentes cultivos durante todo el año.



Invernadero para cultivos hortícolas



Invernadero para cultivo de gerberas

4. Comente con los estudiantes que, tener un microclima controlado en un invernadero, ayuda a que algunos cultivos pasen largos periodos de tiempo sin necesidad de tener un riego constante. Plantee la pregunta ¿Cómo creen que las plantas obtienen el agua o la humedad durante este periodo cuando no tienen riego diariamente? Escuche las ideas de sus estudiantes y anote en un rotafolio o en el pizarrón. Recuerde al grupo que, en este momento estamos compartiendo nuestros conceptos previos, por lo que se tomarán en cuenta sean correctos, incorrectos o parcialmente correctos.
5. Mencione que, para comprender el concepto de efecto invernadero realizarán una actividad donde observarán y modelarán este fenómeno.
6. Explique brevemente a sus estudiantes el proceso de efecto invernadero natural apoyándose de la información que encuentra en la sección de introducción, si es necesario, utilice la imagen para reforzar esta explicación.
7. Pregunte a sus estudiantes, ¿Creen que el efecto invernadero natural tiene alguna relación con lo que sucede en los invernaderos? Si la respuesta es afirmativa pregunte ¿Cuál creen que sea esa relación?

EXPLORAR

Actividad 4. EL VAPOR DE AGUA Y EL EFECTO INVERNADERO

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 2 o 3 personas

Tiempo de realización: 50 minutos

Sugerencias y recomendaciones

1. Con la finalidad de facilitar la obtención de los materiales requeridos la actividad plantea utilizar garrafones o envases de plástico, sin embargo, sugerimos que, en la medida de lo posible, usted como docente pueda realizar esta misma actividad con peceras de vidrio, ya que el resultado variará dependiendo del material que utilicen, de ser así será una buena oportunidad para reflexionar con los estudiantes por qué suceden estas variaciones.
2. La actividad plantea utilizar margarina para determinar la diferencia de temperatura entre un garrafón y otro, sin embargo, recuerde que esto no nos brinda una medición exacta, por lo que le sugerimos utilizar termómetro para obtener una medida más exacta.
3. Con anticipación verifique que tenga todos los materiales requeridos para efectuar la actividad experimental. En caso necesario, es posible sustituir el material para realizar el experimento, por algún otro que sea similar y cumpla con la misma función.
4. Antes de efectuar la actividad experimental, revise cuidadosamente las instrucciones y los consejos de seguridad.
5. Al llevar a cabo la actividad experimental, es necesario verificar que los garrafones o envases de plástico se encuentren limpios y secos. También se debe añadir agua a la tierra de la maceta con la finalidad de que se encuentre húmeda y se evite dañar la planta.
6. Se recomienda efectuar el experimento en un horario en el que la intensidad de la radiación solar no sea muy alta, para evitar que las muestras de margarina o mantequilla se fundan demasiado rápido y no se aprecien las diferencias esperadas entre ellas.
7. Al realizar el experimento, coloque al mismo tiempo y en el mismo lugar los dos garrafones bajo la luz del Sol, es importante que ambos garrafones reciban la misma cantidad de radiación solar.
8. Considere que el resultado experimental puede variar en función de la intensidad de la radiación solar que prevalezca durante la experimentación. Por tal motivo, también puede ser diferente el resultado observado al inicio de la experimentación con respecto al que se aprecia después de varios minutos.
9. Al analizar los resultados es importante tener presente que suceden varios fenómenos simultáneamente y todos ellos contribuyen en mayor o menor grado a los resultados obtenidos, mismos que pueden variar. Para explicar el resultado, le recomendamos reflexionar en los diversos factores involucrados, por ejemplo, los originados por la maceta con la planta o por las nubes, así como los gases de efecto invernadero presentes en el aire y las variaciones en la intensidad de la radiación solar, todos ellos en conjunto ocasionarán el resultado observado.
10. Conserve el material de uso común

Materiales:

- Dos garrafones o envases iguales de plástico de aproximadamente 4 o 5 litros limpios y secos
- Un cúter o tijeras
- Un cronómetro o un reloj
- Una planta pequeña, de altura menor que el garrafón o envase de plástico
- Cinta adhesiva transparente
- Dos tapas de plástico idénticas
- Margarina o mantequilla
- Un bolígrafo
- Dos objetos pesados, por ejemplo, pisapapeles o ladrillos (Figura 2)

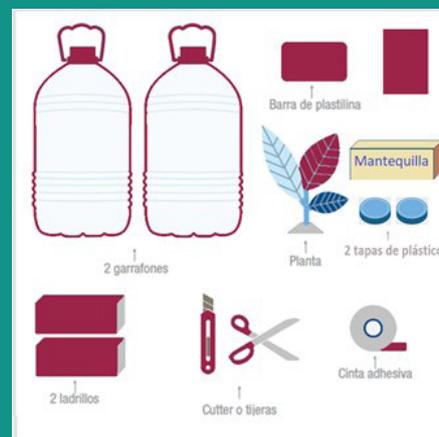


Figura 2. Material para efectuar la actividad experimental

PROCEDIMIENTO

1. Usen un cúter para recortar los dos garrafones a la mitad, solo por las tres caras, a fin de que permanezca unido por la cuarta cara. Observen la figura 3.

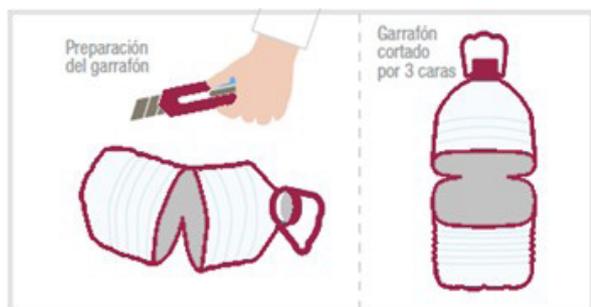


Figura 3. Corte de los garrafones

2. Es necesario que la tierra de la maceta se encuentre húmeda, añada suficiente agua a la tierra de la maceta. En seguida separen las 3 caras de uno de los garrafones e introduzcan la planta (Figura 4).



Figura 4. Planta en el interior del garrafón

3. Con un cuchillo de plástico, añadan margarina a las dos tapas chicas de plástico, hasta llenarlas por completo (Figura 5). Es importante que ambas tapas contengan una cantidad similar de margarina o mantequilla.



Figura 5. Tapas con margarina o mantequilla

4. Coloquen una de las tapas de plástico con margarina o mantequilla, en el interior del garrafón que tiene la planta. Ubiquen la tapa en una de las esquinas del garrafón (Figura 6), de tal forma que, al exponer el garrafón a la luz del Sol, se evite que la sombra de la planta esté sobre la tapa.



Fig. 6 Planta y tapa de plástico con margarina en garrafón 1

5. Sin mover el garrafón, unan las 3 caras con cinta adhesiva transparente y ciérrelo con su tapa, este será el garrafón 1, que es similar al que se muestra en la figura 7.

6. Revisen que la planta y la tapa de plástico con la margarina permanecen en su lugar. También, verifiquen que el garrafón haya quedado bien cerrado.

7. Posteriormente coloque la otra tapa de plástico con margarina en el interior del otro garrafón vacío (Garrafón 2), también ubíquela en una de las esquinas del garrafón (Figura 7).



Figura 7 Tapa de plástico con margarina en garrafón 2

8. Sin mover el garrafón 2, unan las 3 caras con cinta adhesiva transparente y ciérrelo con su tapa. Revisen que la tapa de plástico con la margarina permanezca en su lugar y que el garrafón haya quedado bien cerrado.

9. Coloquen al mismo tiempo y en el mismo lugar los dos garrafones bajo la luz del Sol. Es importante que ambos garrafones reciban la misma cantidad de radiación solar.

10. Para evitar que se puedan caer, es recomendable detenerlos por los lados con dos objetos pesados, por ejemplo, pisapapeles o ladrillos (Figura 8).



Figura 8. Garrafones 1 y 2 expuestos a la luz del Sol y sujetos con pisapapeles o ladrillos.

11. A partir de este momento, es necesario que tomen el tiempo con un cronómetro o un reloj. Observen detalladamente la tapa de margarina o mantequilla en el interior de cada garrafón, identifiquen si cambia de aspecto y se derrite. Anoten el resultado en intervalos

de un minuto, durante un periodo de 15 o 20 minutos y adviertan si hay diferencias en cada garrafón, de ser así, identifiquen en cuál de los garrafones la margarina se ha derretido primero y en mayor proporción.

12. Observen también si se empaña la pared interna de cada garrafón.

13. Con precaución, toquen las paredes exteriores de cada garrafón, a fin de percibir su temperatura, comparando las diferencias que sientan, ¿identifican cuál de los garrafones está más caliente? Anoten sus observaciones.

14. En seguida, trasladen los garrafones a la sombra y observe nuevamente durante algunos minutos, ¿notan algún cambio en las paredes internas de cada garrafón? Registren sus observaciones y resultados.

15. Después, retiren las tapas de los garrafones, limpie y conserve el material⁷.

EXPLICAR

1. Pregunte a los estudiantes ¿Qué observaron al exponer los garrafones al Sol? ¿Qué pasó cuando los colocaron bajo la sombra? Escuche las ideas de sus estudiantes y pida que registren en una hoja sus observaciones y los resultados experimentales, así como una explicación o un dibujo de lo que observaron.

2. Pregunte a los estudiantes ¿Qué diferencias notaron en la temperatura de ambos garrafones? ¿Los garrafones se calentaron de igual manera? ¿Por qué creen que ocurrió esto?

3. Explique a sus estudiantes que cuando la radiación solar atraviesa el vidrio o el plástico traslúcido del invernadero, calienta el ambiente interno, así como los objetos que se encuentran dentro y cuando ellos emiten radiación térmica (infrarroja), una parte de esta energía no escapa, regresa nuevamente (energía de retorno), lo cual contribuye a mantener la temperatura que caracteriza el invernadero. En la naturaleza también se mantiene estable la temperatura, debido a la interacción de la radiación infrarroja proveniente de la superficie terrestre, con los gases de efecto invernadero que se encuentran en la atmósfera (en el caso del invernadero, el techo y las paredes de vidrio tiene un efecto similar que los GEI). Este fenómeno se denomina efecto invernadero, por su similitud con lo que sucede dentro de un invernadero, donde se conserva una determinada temperatura.

4. Una vez que escuche las ideas de los estudiantes, explique que, al exponer los garrafones a la luz del Sol, el que tiene la planta se empaña un poco porque en él es mayor la concentración del vapor de agua. Al observar la tapa en el interior del garrafón 1, se aprecia que la mayor parte de la margarina se derritió primero

y en mayor proporción con relación al garrafón 2. Al trasladarlo a la sombra, el vapor de agua se condensó ligeramente en la pared interna del garrafón y se solidifica parte de la margarina que se había fundido. Se deduce que en el garrafón 1, el aire interno tenía una temperatura más alta con respecto al que no tenía la planta, porque la planta transpira y genera vapor de agua; además, el agua de la tierra que se encuentra en la maceta, también se evapora, por lo tanto, se incrementa la concentración del vapor de agua en el interior del garrafón 1. Entre más alta sea la concentración de este gas, la temperatura interna del garrafón aumenta más.

5. Mencione a sus estudiantes que esta es una analogía de lo que sucede con el efecto invernadero natural, si bien en este experimento el efecto de absorción de dióxido de carbono es mínimo, cuando lo llevamos a lo que sucede con el planeta tiene un efecto mayor. Utilice el siguiente video para explicar esta analogía a sus estudiantes: <https://climate.nasa.gov/causas/>

ELABORAR

Actividades finales



1. Mencione a sus estudiantes que, por parejas deberán realizar un cartel que plasme el proceso del efecto invernadero natural. Permita a los estudiantes explorar diferentes alternativas para expresar sus ideas, ya sea un dibujo, diagrama o cuadro en la que además destaquen la importancia que tiene este fenómeno para la vida.

2. Considere tiempo suficiente para que puedan realizar una exposición de sus trabajos, ya sea dentro del salón de clases con sus compañeros, o bien, organizando una exposición en el centro escolar donde puedan transmitir estas ideas a compañeros de otros grados.

EVALUAR

1. Realice las siguientes preguntas a los estudiantes, con el objetivo de evaluar los aprendizajes que obtuvieron como resultado de las actividades realizadas.

- Ahora que realizaron la actividad, explica con tus propias palabras ¿Qué es el efecto invernadero natural?
- ¿Consideras que es importante el efecto invernadero natural para hacer posible la vida como la conocemos? Justifica tu respuesta.

⁷ Conserve la planta, ya que la utilizaremos de nueva cuenta en la parte final de este Tema, con la ayuda de una balanza registre la masa de la planta y agregue una cantidad conocida de agua, tenga a mano esos datos para la actividad del **Subtema 2.4 ¿Cuáles son los flujos de materia y energía vitales en el planeta: el ciclo del agua/ el ciclo del carbono / el ciclo del nitrógeno?**, a partir de este día, se regará con agua todos los días

CONCLUSIONES

- Los gases de efecto invernadero que se encuentran en la atmósfera, absorben la radiación infrarroja que emite la superficie de la Tierra, y reemiten una parte de esta radiación hasta la superficie. Por eso se mantiene la temperatura de la Tierra en niveles que hacen posible la vida como la conocemos. Este fenómeno se conoce como efecto invernadero, por su similitud con el efecto que sucede dentro de un invernadero, donde se conserva la temperatura que lo caracteriza.
- El efecto invernadero sucede de forma natural desde hace millones de años y ha contribuido de manera importante para hacer posible la vida en la Tierra.
- El dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el vapor de agua son los gases de efecto invernadero de mayor importancia en el sistema climático.

Para saber más

1. En caso de contar con conexión a internet, lo invitamos a interactuar con el siguiente simulador de efecto invernadero natural.

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/greenhouse/latest/greenhouse.html?locale=es>.

2. Lectura seleccionada ¿Qué es el efecto invernadero?

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html

2.4 ¿Cuáles son los flujos de materia y energía vitales en el planeta? El ciclo del agua, el ciclo del carbono y el ciclo del nitrógeno

➔ PARA RECORDAR...

Las principales interacciones de la energía procedente del Sol en los procesos físicos, químicos y biológicos de la Tierra, así como la composición química de la atmósfera y la importancia de los gases de efecto invernadero.

La energía solar se transforma en otras formas de energía en el sistema terrestre.

La cantidad de materia antes y después de una transformación es siempre la misma, "nada se pierde, nada se crea, todo se transforma".

Recomendaciones

- La actividad de exploración requiere que una semana antes realice una actividad con sus estudiantes.
- Recupere la planta que utilizó en el **Subtema 2.3. ¿Qué es el efecto invernadero natural?** y llévela al aula, además consiga una balanza para cocina o una báscula.
- Mida y registre la masa de la maceta de la planta (Figura 1).
- Si es necesario regar la planta, mida el volumen de agua que le ponga y registre este dato también.



Figura 1. Planta con una masa conocida

INTRODUCCIÓN

La energía proveniente del Sol da lugar a una gran variedad de procesos en la Tierra, tanto en la atmósfera como en los océanos y en el suelo. El planeta es un gran sistema en el que la materia y la energía están en constante movimiento, de esta manera tanto los nutrientes, como la energía de las masas de aire y agua, algunas moléculas o elementos están en movimiento a lo largo y ancho del planeta, lo que a lo largo del tiempo ha conformado un equilibrio dinámico que ha permitido la vida en la Tierra.

El movimiento de la materia y la energía en la Tierra siguen una dinámica o flujo determinado, porque algunos productos resultados de ciertos procesos son necesarios para formar otros compuestos, o desdoblarse en otros componentes antes de pasar a una siguiente fase del ciclo. Un elemento puede ser sólido, líquido, gaseoso o formar diferentes compuestos químicos en varias partes del ciclo.

El ciclo del carbono, por ejemplo, se caracteriza por el movimiento de este elemento en el sistema terrestre, que incorpora la **litosfera**, la **biosfera**, los océanos y la **atmósfera**. El carbono está extensamente distribuido y como ya se revisó previamente, es parte de los gases atmosféricos – es la C del CO₂ o del CH₄ (metano) por ejemplo –, también se encuentra disuelto en el agua y en estado sólido como componente mayoritario de la materia orgánica, así como en las rocas sedimentarias. Se producen intercambios lentos entre la atmósfera y los océanos, e intercambios rápidos entre los procesos de la fotosíntesis y de la respiración con intercambios entre la biosfera, la atmósfera y los océanos. También a tasas de intercambio muy pequeñas, pero en escalas de tiempo muy largas (escala de tiempos geológicos) se han concentrado grandes cantidades de carbono en la litosfera en forma de roca caliza y de combustibles fósiles.

El nitrógeno es uno de los nutrientes primarios críticos para la supervivencia de todos los organismos vivos. Es un componente necesario de muchas moléculas, incluidas las proteínas, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y la clorofila. Aunque es muy abundante en la atmósfera en estado gaseoso (N₂), es en gran parte inaccesible para la mayoría de los organismos, lo que hace que el nitrógeno sea un recurso escaso, y a menudo limita la productividad en muchos ecosistemas. Solo cuando se convierte del estado gaseoso en amoníaco (NH₃), está disponible para los productores primarios, como las plantas.

El nitrógeno existe en muchas formas diferentes, incluidas formas inorgánicas (p. Ej., amoníaco, nitratos) y orgánicas (p. Ej., aminoácidos y ácidos nucleicos). Por lo tanto, el nitrógeno experimenta muchas transformaciones en los ecosistemas, por lo que cambia de una forma a otra a medida que los organismos lo utilizan en varias funciones vitales, por ejemplo, para el crecimiento y, en algunos casos, para obtener energía. La transformación del nitrógeno es clave para la productividad en la **biosfera** y depende en gran medida de las actividades de un conjunto diverso de microorganismos, como bacterias y hongos.

Muchas actividades humanas tienen un impacto significativo en el **ciclo del nitrógeno**. La quema de combustibles fósiles, la aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno y otras actividades pueden aumentar drásticamente la cantidad de nitrógeno biológicamente disponible en un ecosistema; y debido a que su disponibilidad a menudo limita la productividad primaria de muchos ecosistemas, la escasez o abundancia de este elemento puede conducir a alteraciones en los ecosistemas acuáticos y terrestres.

El **ciclo del agua** implica cambios en su estado físico, así como su movimiento a través y entre los ecosistemas. El agua está presente como líquido en la superficie de la Tierra y debajo del suelo y en las nubes, como hielo en los casquetes polares y glaciares, y como vapor de agua en la atmósfera. Las moléculas de agua generalmente ingresan a la atmósfera en forma de vapor cuando salen de los cuerpos de agua durante la **evaporación** o de las hojas de las plantas durante la **transpiración**. El vapor puede transportarse a través de la atmósfera y a medida que se enfría, se **condensa** en gotitas que forman nubes y provocan precipitaciones como la lluvia o la nieve.

Lo anterior se denomina **ciclos biogeoquímicos**, de esta manera hay un reciclaje natural de elementos y compuestos como el agua, el carbono, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo, así como de otros elementos, que en conjunto mantienen las condiciones tanto de los componentes biológicos (bióticos) como los físicos (abióticos) en la Tierra.

El **sistema climático** depende fuertemente de los ciclos biogeoquímicos, por lo que un desequilibrio en algunos de sus componentes tiene repercusión en él, lo que deriva en algunos problemas ambientales que afectan, no solo a los seres humanos, sino a todos los ecosistemas.

Derivado de las actividades humanas, estos ciclos se han alterado, y han provocado problemas ambientales, por lo anterior, en esta lección, y dada la importancia de algunos componentes naturales del ambiente abordaremos los ciclos del agua y del carbono.

OBJETIVOS

- Comprender la importancia y las principales características de los ciclos del agua y del carbono.
- Conocer la dinámica de los componentes de los ciclos del agua y del carbono en la naturaleza.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Para iniciar la lección, pregunte a sus estudiantes:
¿De qué están hechas las plantas? Registre las respuestas en el pizarrón o en un rotafolio.
2. Para analizar el papel de carbono en los seres vivos, le proponemos una actividad para comprender la forma en que las plantas asimilan el CO₂ del aire para sintetizar compuestos orgánicos como los carbohidratos, lo que genera con el tiempo una ganancia de masa.
3. Con esta actividad, se identificará que la energía solar se transforma en energía química en el proceso de fotosíntesis, es decir, en cómo las plantas producen su propio alimento a partir del agua, el CO₂ y la energía lumínica del Sol.

Actividad 5. EXPERIMENTO DE JAN BAPTISTA VAN HELMONT

Forma de trabajo: Actividad individual

Tiempo de realización: 40 minutos

PROCEDIMIENTO

Para la realización de esta actividad es importante que mencione a sus estudiantes que estudiarán de dónde proviene la masa de los árboles, por ello pesaron la planta del experimento anterior.

1. Mencione que se estudiará una planta.
2. A continuación, solicite a los estudiantes que lean la descripción del famoso experimento de van Helmont que muestra que la masa de la planta aumentó con el tiempo y lo comparó con la masa del suelo (Ver página siguiente).



Una vez que hayan leído el experimento, solicite que sus estudiantes:

1. Anoten los datos del suelo y la planta que midió van Helmont:

	Masa inicial (gramos)	Masa final (gramos)
Suelo		
Planta		

2. De manera individual pregunte a sus estudiantes:
¿Qué trataba de responder van Helmont? En tu cuaderno, describe con tus propias palabras el experimento.
3. Con base en la información anterior, ¿cuál es tu conclusión de este experimento? Además, escribe cualquier pregunta que tengas sobre el experimento.
4. Ponga la maceta y la balanza en un lugar visible para todo el grupo, comente a sus estudiantes que usted midió la masa de la planta desde la sesión anterior, y que volverán a ponerla en la balanza, pregúnteles ¿Qué esperamos que suceda?
¿Pesará lo mismo?
¿De dónde viene la masa de las plantas?
5. Mida nuevamente la masa de la planta de la sesión anterior y compárela con los datos iniciales. Pregúnteles: ¿qué sucedió?
6. Si regó la planta con anterioridad, tenga cuidado de restar la cantidad de agua que le puso a la planta para obtener solo la masa de la maceta con la planta.

Calculen el cambio de masa de la planta
(masa final - masa inicial) =

Lectura: Experimento de van Helmont

Jan Baptista van Helmont (1577-1644) realizó un experimento para saber de dónde viene la masa de las plantas. En el párrafo siguiente, van Helmont describe su experimento. Solicite a sus estudiantes que lean el párrafo

"Tomé una maceta de barro y en ella coloqué 90.7 kilos de tierra que se había secado en un horno. Lo humedecí con agua de lluvia y en él planté un retoño de sauce que pesaba 2.27 kg. Cuando habían pasado cinco años, el árbol que creció pesaba 76.8 kg. La olla de barro se mojé siempre que fue necesario con lluvia o solo con agua destilada. Era muy grande y estaba hundida en el suelo, y tenía una tapa de hierro estañado con muchos agujeros perforados, que cubrían el borde de la olla para evitar que el polvo del aire se mezclara con la tierra. No llevé la cuenta del peso de las hojas que cayeron en cada uno de los cinco otoños. Finalmente, sequé la tierra en la olla una vez más y encontré los mismos 90.7 kg." (Figura 3)

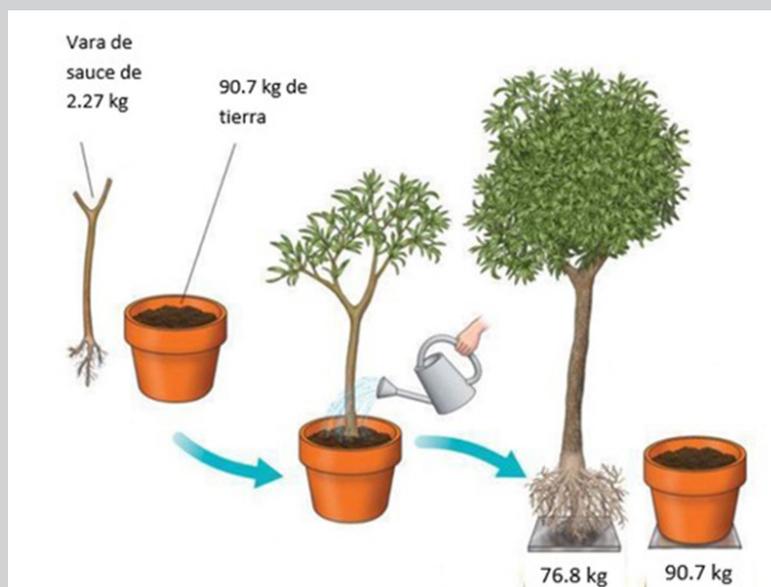


Figura 3 Descripción del experimento de van Helmont.

(Tomado de: César T. L. 2017. Las transmutaciones de van Helmont (2) Cuaderno de Cultura científica 2017, Experiencia docet, 2020)

Debido a que es muy frecuente que los estudiantes relacionen el suelo como la fuente de masa de las plantas, debe escuchar y leer cuidadosamente lo que los estudiantes dicen y escriben, puede parecer que comprenden de forma general el proceso de la fotosíntesis, aunque no necesariamente es así.

- ¿Qué le pasa al agua en la planta y con el suelo de la maceta?

Este es un primer acercamiento para analizar lo que le sucede al agua en sus diferentes estados físicos.

Actividad 6. QUEMAR ALGUNAS HOJAS

PROCEDIMIENTO

- Solicite a sus estudiantes que recojan algunas hojas secas o en su defecto que las deshidraten en el interior de algún libro o cuaderno.
- Cuando estén secas, con cuidado quémelas y recoja los residuos.
- Reflexionen de forma grupal sobre qué están hechas y realice la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que queda después de quemar las hojas?

Seguramente la respuesta de los estudiantes será que el residuo de las hojas son cenizas o carbón, oriente la

EXPLORAR (Parte 1)

¿Cuáles fueron sus resultados?

Plantee a los estudiantes que como resultado de su experimento, van Helmont pensaba que la masa del sauce provenía del agua con la que se regaba la maceta, pregunte a sus estudiantes si concuerdan con esta conclusión o tienen alguna otra respuesta. Este es un buen momento para abrir la discusión con sus alumnos y que expongan sus ideas sobre de qué está hecha la masa de las plantas. Centre la discusión en la siguiente pregunta:

actividad para analizar que este residuo que observan son compuestos de carbono y forman parte fundamental de los seres vivos y de la atmósfera en su estado gaseoso. Esto será el primer indicio para identificar el papel del carbono como constituyente de la biomasa de las plantas.

EXPLICAR (Parte 1)

Estos experimentos permiten identificar las diferentes fases o etapas del ciclo del carbono

1. Reflexione con sus estudiantes que si bien, las primeras conclusiones de van Helmont no responden a la razón del incremento de masa del árbol, dieron lugar a otras investigaciones para profundizar en responder a esta pregunta.
2. En este momento, centre la atención en la importancia del carbono en su forma gaseosa (dióxido de carbono, CO_2) y cómo se almacena en algunas estructuras de los seres vivos.
3. Prepare dos juegos de información sobre el ciclo del carbono y sobre el ciclo del agua.
4. Divida al grupo en 4 equipos y solicite que cada equipo organice la información a partir de la lectura, la analice y expongan las ideas que consideren más relevantes en equipo.
5. De tiempo suficiente para que organicen sus ideas.
6. En el momento de la exposición, recupere las ideas principales sobre las etapas del ciclo del carbono y escribalas en el pizarrón o rotafolio.

De forma grupal analicen la información de la siguiente lectura.

Lectura: El ciclo del carbono

El carbono es un elemento esencial en los cuerpos de los organismos vivos. También es económicamente importante para los seres humanos, porque es un elemento de los combustibles fósiles.

El ciclo de carbono de forma natural se mantiene en equilibrio, en circulación constante entre la materia orgánica y el ambiente físico/químico. En el planeta, el carbono se acumula en la superficie terrestre, los océanos, la atmósfera, las plantas y las rocas sedimentarias. El ciclo de carbono se desarrolla en dos fases, una **rápida** y una **lenta** cuyas diferencias radican en el tiempo en el que el carbono permanece acumulado (Figura 5).

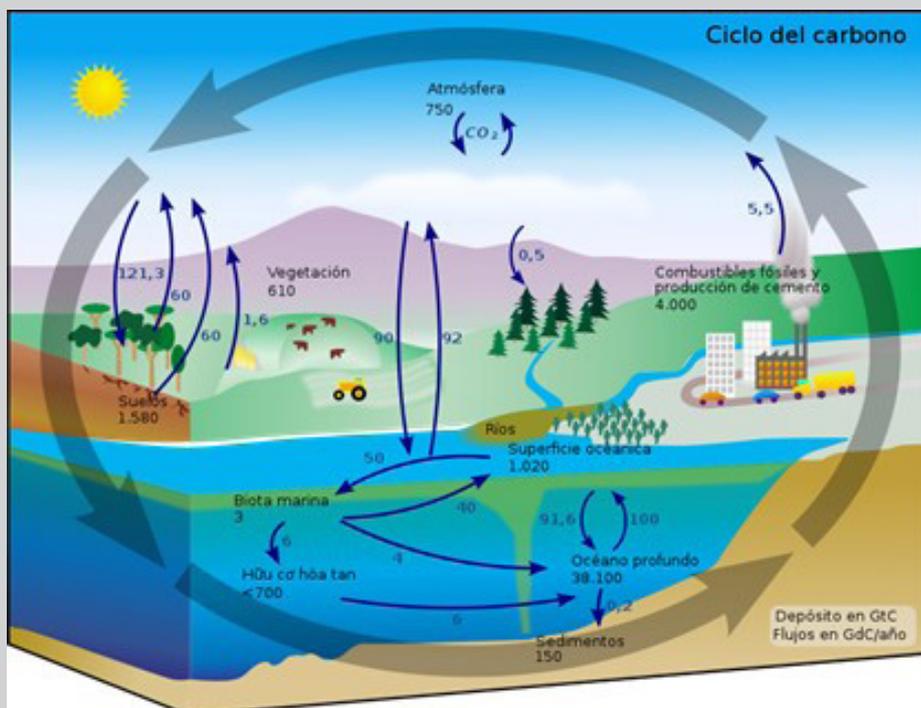


Figura 5. El ciclo del carbono⁸

⁸ Original: Kevin SaffVector: FischX - Trabajo propio, basado en: Carbon cycle-cute diagram.jpeg (i.e. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>), Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4134181>

El **ciclo rápido del carbono** se conoce como biológico y se lleva a cabo entre los seres vivos, la atmósfera, los océanos y el suelo, en donde las plantas (organismos autótrofos) captan el carbono de la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO_2) que se utiliza durante el proceso de la fotosíntesis, para producir **compuestos orgánicos** como la **glucosa**. Como base de las cadenas y redes alimentarias, el carbono vegetal pasa a formar parte de otros seres vivos (organismos heterótrofos) para después volver a convertirse en dióxido de carbono atmosférico debido al proceso de respiración que muchos de los seres vivos realizan. Cuando las plantas y animales mueren, esta materia orgánica se deposita en el suelo y es descompuesta por bacterias y hongos, que a su vez respiran liberando de nuevo carbono (en forma de CO_2) a la atmósfera. (Figura 6)



Fig. 6. Camilo R. M. (2018). El ciclo de carbono, 2020

Otro proceso dentro del ciclo rápido del carbono es el intercambio entre la atmósfera y el océano. Una parte del carbono atmosférico (CO_2) se disuelve en el océano. Por un lado, la **biosfera** marina interacciona con el dióxido de carbono disuelto de manera similar a la que la terrestre lo hace con el atmosférico, fijándolo a la materia vegetal a través de la fotosíntesis, para posteriormente pasar a formar parte de otros organismos en las cadenas y redes tróficas y volviéndose a generar dióxido de carbono como resultado de la respiración celular (Figura 7).



Figura 7. Camilo R. M. (2018). El ciclo de carbono, 2020

En el **ciclo lento del carbono** (geológico) el intercambio se lleva a cabo entre las rocas sedimentarias y la atmósfera. Este flujo comienza con la lluvia, el agua disuelve parte de las rocas de la superficie terrestre compuestas de carbono, calcio y otros elementos, arrastrando hacia los ríos y de ahí al océano, y son la base de algunas estructuras de algunos organismos marinos, por ejemplo conchas o arrecifes de coral. Cuando estos mueren, sus conchas caen al fondo marino, transformándose en rocas que permanecen depositadas durante largos periodos de tiempo. Debido a las altas temperaturas estas rocas reaccionan con otros elementos y producen dióxido de carbono que acaba filtrándose a la atmósfera a través de los volcanes y pozos de aguas termales (Figura 8).



Figura 8. Camilo R. M. (2018). El ciclo de carbono, 2020

Otro proceso de este ciclo lento ocurre entre el carbono de la materia muerta de organismos terrestres y oceánicos y las rocas depositadas en el subsuelo. Cuando estos quedan atrapados bajo otros sedimentos en ausencia de oxígeno, forman nuevos compuestos y permanecen como rocas. En otros casos forman parte de procesos que se llevan a cabo en largos periodos de tiempo, y generan lo que conocemos como combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), los cuales quedan almacenados en el subsuelo (Figura 9).



Figura 9. Camilo R. M. (2018). El ciclo de carbono, 2020

De forma natural existen equilibrios entre los procesos de intercambio de carbono de cada depósito. De manera que si se produce un exceso en uno de ellos, los otros tienden a absorberlo para alcanzar un nuevo equilibrio. La mayor perturbación de este ciclo se da en la actualidad debido a la acción de las actividades del ser humano, causada por la quema excesiva de combustibles fósiles que libera a la atmósfera el carbono (en forma de CO₂) que se encuentra en los depósitos del planeta de forma más rápida.

7. A partir de las ideas recuperadas de la exposición de los estudiantes, indique cuáles son los componentes del ciclo del carbono. Señale que este elemento está presente en la mayoría de los seres vivos y en muchos de los materiales de nuestro planeta. Haga énfasis en que se transforma y se encuentra en la tierra, en el aire, en el agua y en los seres vivos y que su viaje a través de ellos puede ser rápido, como cuando respiramos o lento, como cuando se generaron los combustibles fósiles.

ELABORAR

Actividad 7. JUEGO DE ROL DEL CICLO DEL CARBONO

RESUMEN

En esta actividad sus estudiantes revisarán cómo el carbono se mueve de un lugar a otro a través de hacer un juego de roles del ciclo del carbono.

Forma de trabajo: Actividad el grupo organizado en siete equipos

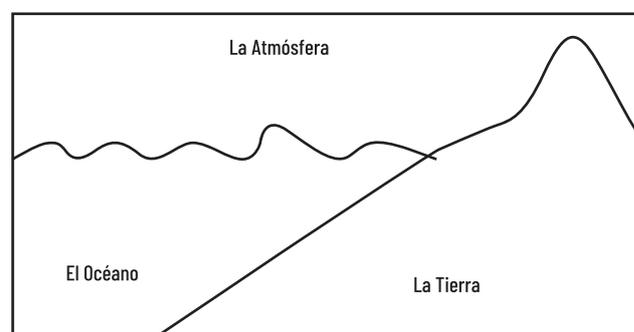
Tiempo de realización: 45 minutos

Materiales:

- 14 pelotitas, pueden realizarse con bolitas de papel o algún material disponible
- Un marcador indeleble
- GIs
- Tarjetas para el Juego de Rol del Ciclo del Carbono (incluidas en Anexo A)

PROCEDIMIENTO

- Designe tres áreas en donde se realice la actividad para representar el océano, la tierra y la atmósfera.
- Divida al grupo en siete equipos; cada equipo jugará un rol específico en el ciclo del carbono. Reparta una tarjeta por equipo.



- Reparta dos pelotas por equipo; comente a sus estudiantes que cada pelota representa una molécula de carbono, si es posible ponga una **C** a cada pelota con un marcador.
- Recuerde a sus estudiantes que necesitan ver sus tarjetas de juego de rol en equipo para analizar su

contenido y lo que pueden hacer durante la actividad.

• Tienen que decidir como equipo cómo van a mover su carbono. Sus opciones están enlistadas en sus tarjetas en la sección de "Opciones para el movimiento del carbono."

• Comente que no pueden dar todo su carbono: tienen que guardar por lo menos un átomo de carbono. Esto es porque el ciclo del carbono no mueve todo el carbono de un lugar a otro. En cambio, el carbono existe en todos los materiales a la misma vez y solamente una parte del carbono se mueve de un lugar a otro.

• Una vez que los equipos tengan su tarjeta, escriban sobre las pelotas las tres primeras letras de su tarjeta para identificarlas.

• Para iniciar, asigne un turno a cada equipo, puede ser al azar.

• Durante la primera ronda, los estudiantes solamente le dan un átomo de carbono a otro equipo, de acuerdo con las siguientes reglas:

• Cada equipo comparte un carbono en su turno y explica la razón por la cual se transfiere.

• Diga a sus estudiantes que mientras mueven su carbono, tienen que decir sus líneas del guión para explicar el movimiento del carbono que han elegido.

• A partir de la segunda ronda los equipos pueden entregar más de un átomo de carbono a varios equipos, si es que cada grupo tiene más de dos átomos de carbono, siempre con la consigna de quedarse, con al menos, un átomo de carbono, argumentando la razón de esa entrega.

• Repita el juego de rol varias veces, comente a sus estudiantes que elijan cada vez diferentes opciones para el movimiento del carbono.

• Después de varias rondas, reflexione con sus estudiantes de manera grupal, la forma en la que los átomos de carbono se mueven en la biósfera.

EXPLORAR (Parte 2)

Actividad 8. EL CICLO DEL AGUA

Forma de trabajo: Actividad grupal

Tiempo de realización: 30 minutos

Para analizar el ciclo del agua, realice las siguientes preguntas a sus estudiantes:

¿Han visto algún charco?, ¿qué pasa con el agua después de un tiempo?

Material:

- Un vaso con agua
- Dos o tres cubos de hielo

ATMÓSFERA



Descripción del grupo:
Uds. son la atmósfera, los gases que envuelven nuestro planeta. Tienen el carbono en forma de dióxido de carbono y otros gases. El dióxido de carbono es un gas invernadero, que ayuda a mantener la temperatura del planeta.

Ubicación en el escenario:
En la atmósfera.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. el agua
2. los árboles

Líneas del guión:
Soy la atmósfera y

1. Estoy dando el gas de dióxido de carbono al agua. Se disolverá en el agua.
2. Estoy dando el dióxido de carbono a los árboles para la fotosíntesis.

ALGAS



Descripción del grupo:
Uds. son unas algas, las plantas que viven en el agua y que no tienen raíces, tallos, ni hojas como los árboles y arbustos. Obtienen el dióxido de carbono del agua que les rodea para hacer la fotosíntesis.

Ubicación en el escenario:
En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. el agua
2. los sedimentos y las rocas
3. los caracoles marinos

Líneas del guión:
Soy unas algas y

1. Estoy dando el carbono al agua cuando me muevo y me descompongo y cuando respiro.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y las rocas porque cuando me muero, algo del carbono que se encuentra en mis estructuras se incorpora a los sedimentos, que pueden convertirse en roca.
3. Estoy dando el carbono a los caracoles marinos porque utilizan sus bocas para rasparse de las rocas y comerme.

AGUA



Descripción del grupo:
Uds. son el agua de nuestro planeta. El dióxido de carbono se disuelve en el agua y permite que las algas efectúen la fotosíntesis y ayude a los caracoles marinos y otros animales a hacer sus caracoles y esqueletos.

Ubicación en el escenario:
En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. las algas
2. los caracoles marinos
3. la atmósfera

Líneas del guión:
Soy agua y

1. Estoy dando el dióxido del carbono disuelto a las algas para la fotosíntesis.
2. Estoy dando el carbono a los caracoles marinos para ayudarlos a construir sus conchas.
3. Estoy tomando el dióxido del carbono disuelto y devolviéndolo a la atmósfera como el gas dióxido de carbono.

CARACOL MARINO



Descripción del grupo:
Uds. son unas lapas, un tipo de caracol marino que vive en el océano y se alimenta de algas. Tienen el carbono en su cuerpo y en su concha.

Ubicación en el escenario:
En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. el agua
2. los sedimentos y las rocas

Líneas del guión:
Soy un caracol marino y

1. Estoy dando el carbono al agua cuando respiro y cuando me muero y me descompongo.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y las rocas porque cuando me muero, mi concha dura que contiene carbono se hunde al fondo del océano y se convierte en parte del sedimento, que luego puede convertirse en roca.

SEDIMENTOS Y ROCAS



Descripción del grupo:
Uds. son los sedimentos y las rocas de nuestro planeta. Muchos sedimentos y rocas contienen el carbono proveniente de plantas y animales muertos, o a partir de reacciones químicas.

Ubicación en el escenario:
En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. el agua
2. la atmósfera

Líneas del guión:
Soy los sedimentos y las rocas y

1. Estoy dando el carbono al agua porque cuando estoy desgastada y erosionada, mi carbono fluye al agua.
2. Estoy dando al carbono a la atmósfera en una furia rápida porque los volcanes entran en erupción y devuelven el carbono de las rocas a la atmósfera.

ÁRBOLES



Descripción del grupo:
Uds. son los árboles de nuestro planeta. Tienen el carbono en sus estructuras y utilizan el dióxido del carbono de la atmósfera para hacer la fotosíntesis.

Ubicación en el escenario:
En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. la atmósfera
2. los sedimentos y las rocas
3. las orugas

Líneas del guión:
Soy un árbol y

1. Estoy dando el carbono a la atmósfera cuando respiro y cuando me muero y me descompongo.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y a las rocas porque cuando me muero, puedo ser enterrado en los sedimentos y convertirme lentamente en parte de las rocas.
3. Estoy dando el carbono a las orugas porque me han comido y utilizarán mi carbono para obtener energía o para producir las estructuras de su cuerpo.

ORUGAS



Descripción del grupo:
Uds. son unas orugas, la etapa larval de las mariposas. Tienen el carbono en sus cuerpos, que obtiene por alimentarse de comida rica en carbono como las hojas.

Ubicación en el escenario:
En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:
1. la atmósfera
2. los sedimentos y las rocas

Líneas del guión:
Soy una oruga y

1. Estoy dando carbono a la atmósfera porque cuando respiro, exhalo el dióxido del carbono hacia la atmósfera.
2. Estoy dando carbono a los sedimentos y a las rocas porque cuando me muero puedo ser enterrada y una parte del carbono de mi cuerpo puede convertirse en parte de los sedimentos.

PROCEDIMIENTO

1. Coloque los hielos en el vaso con agua, evite que se derrame.
2. Observe qué pasa cuando pone los hielos y espere cinco minutos y vuelva a observar el vaso.
 - ¿Qué diferencias notan?
 - ¿Qué pasa en las paredes externas del vaso?
 - ¿De dónde provino el agua que forma parte de las gotas que se forman en las paredes externas del vaso?
 - ¿Qué esperan que suceda a los hielos si los ponemos en el suelo después de un tiempo?
3. Recupere las respuestas a las dos últimas preguntas para retomarlas después de la lectura.

EXPLICAR (Parte 2)

Lectura: El ciclo del agua

El agua es el principal componente de los seres vivos y del planeta. Mientras que en el cuerpo humano aproximadamente el 60% es agua, en la superficie del planeta representa el 71%, distribuida en los océanos, lagos, ríos, glaciares y casquetes polares. El conjunto de lugares en donde se puede encontrar agua en la Tierra se denomina **hidrosfera**.

En este ciclo, el movimiento físico del agua se da gracias a la facilidad de cambiar de estado por las variaciones de temperatura. La energía del Sol influye en gran medida en el proceso del ciclo del agua, que no inicia en un lugar específico, sin embargo, para fines de esta explicación comenzaremos en el océano (Figura 10).

Las etapas generales del ciclo del agua son **evaporación, condensación, precipitación, infiltración y escorrenría**.



Figura 10. El ciclo del agua. USGS U.S. Geological Survey 2020

La **evaporación** es el principal proceso mediante el cual, el agua cambia del estado líquido a gaseoso. La energía del Sol incide en la superficie de los océanos, eleva la temperatura del agua provocando que el agua pase de estado líquido a vapor e ingrese de esta forma a la atmósfera. A escala global la misma cantidad de agua que se evapora vuelve a la superficie de la Tierra en forma de precipitación.

La **condensación** es el proceso en el cual el vapor de agua pasa al estado líquido. Las nubes se forman por condensación. El agua en las nubes se encuentra como pequeñas gotas o hielo. Las nubes son la forma más visible de agua en la atmósfera, pero incluso el aire limpio contiene agua en forma de vapor, estas partículas al ser tan pequeñas no son visibles. La condensación es responsable también de la niebla, de la humedad del día y de las gotas que escurren por afuera en las paredes de un vaso con agua y hielo.

La **precipitación** es el proceso por el cual el agua contenida en las nubes regresa a la superficie terrestre o marina, liberándola en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo. La formación de lluvia o precipitación inicia dentro de las nubes, las gotas colisionan y producen gotas de mayor tamaño, lo suficientemente pesadas para caer de la nube, se requieren muchas gotas de nube para producir una gota de lluvia.

La **infiltración** es el proceso en el que una porción de agua que cae como precipitación o nieve se **infiltra** en las capas del subsuelo. El agua cerca de la superficie del suelo es aprovechada y absorbida por las plantas. Las raíces de las plantas llevan el agua hasta pequeños poros que se encuentran en las hojas, en donde la transforman en vapor de agua y la liberan a la atmósfera, mediante la **transpiración**. El agua que se infiltra a mayor profundidad recarga los acuíferos subterráneos. Además, este llega a viajar largas distancias o permanece largos períodos como agua subterránea antes de retornar a la superficie, o filtrarse a otros cuerpos de agua como arroyos, ríos u océanos. Cuando la lluvia cae sobre el suelo saturado o impermeable, este ya no tiene la capacidad de infiltrarse por lo cual recorre la superficie del suelo dando paso a la etapa de escurrimiento.

La **escorrentía** superficial (**escurrimiento de lluvia**) es el proceso en el que el agua recorre la superficie del suelo mediante una corriente hasta llegar a un cuerpo de agua cercano. El ciclo del agua también cuenta con una escorrentía producida por el derretimiento de la nieve o por el deshielo, las cuales también ocupan una parte importante del movimiento del agua en la Tierra y que variarán dependiendo de la estación y del año.

El ciclo del agua ocurre constantemente a nuestro alrededor todos los días y las etapas que observamos pueden iniciar en diferentes momentos. La cantidad de agua en movimiento en el ciclo es variable tanto en el espacio como en el tiempo, por ello en algunos lugares llueve mucho, en otros llueve poco o a veces no llueve. La acción humana también produce cambios en el ciclo del agua; la construcción de presas y canales de riego o distribución, la deforestación y repoblación, producen cambios significativos en este ciclo.

Apoye a los estudiantes para que identifiquen todas las etapas del ciclo del agua, solicite que presenten ejemplos que observan en su vida cotidiana. Finalmente, solicite a los alumnos que indiquen a qué etapa del ciclo del agua corresponden las gotas que se forman en las paredes externas del vaso y los hielos.

EVALUAR

Realice el siguiente cuestionario. Solicite que escriban sus respuestas de forma individual.

1. ¿De qué está hecha la masa del árbol?
2. Mencione 3 formas diferentes en que el agua se encuentran presentes en el ambiente.
3. Mencione 3 formas diferentes en que el carbono se encuentran presente en el ambiente.
4. Identifica un evento cotidiano en el que se observe el ciclo del agua.
5. Identifica un evento cotidiano en el que se observe el ciclo del carbono.

CONCLUSIONES

- Uno de los grandes conceptos es el de sistema, como un conjunto de partes que están interrelacionadas, para comprenderlo de una mejor manera, haga una analogía entre la planta, la maceta, el suelo y el agua como un sistema, con el planeta, como un gran sistema en donde, los ciclos estudiados se llevan a cabo con una mayor complejidad. El sistema climático está integrado por la biosfera, la criósfera, la hidrosfera, la atmósfera y la litosfera los cuales intercambian materia y energía permanentemente dando lugar a otros procesos que regulan la vida en el planeta.

- El ciclo del agua o ciclo hidrológico es el proceso de circulación del agua. Se trata de un ciclo biogeoquímico

en el que hay pocas reacciones químicas, porque el agua solo se traslada de unos lugares a otros, o cambia de estado físico.

- El carbono es un elemento extremadamente común y muy importante en la Tierra presente en las partes vivas y no vivas del planeta.

GLOSARIO

Biosfera: Parte del sistema Tierra que abarca todos los ecosistemas y organismos vivos de la atmósfera y de la tierra (biosfera terrestre) o de la atmósfera y los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta resultante de ellos, en particular los restos, la materia orgánica del suelo y los océanos.

Criósfera: Comprende las capas de hielo y nieve que cubren el planeta⁹.

Hidrosfera: Es la capa de la Tierra cubierta por agua tanto en la superficie como debajo de la corteza.

Litosfera: La capa más exterior, mecánicamente más rígida de la Tierra¹⁰.

9 OCE (2020). *El clima en nuestras manos. El océano y la criósfera*. Francia. 198 pp. Enlace: https://www.oce.global/sites/default/files/2020-09/EXE_Ocean%20and%20Cryosphere%20-%20ES%20WEB%20-%202020%2009_BD_0.pdf

10 García, B. J. C. (2008). La litósfera. En: *Nuestra Tierra*. Número 9 (2008), p. 4.

03. PROCESOS QUE INFLUYEN SOBRE LOS CAMBIOS EN EL CLIMA



03. PROCESOS QUE INFLUYEN SOBRE LOS CAMBIOS EN EL CLIMA

3.1 Estado del tiempo y clima

Recomendaciones

Para abordar este tema, considere que recuperará información de algunos de los temas vistos anteriormente: el ciclo del agua y que la cantidad de energía que llega a la Tierra, está en función de la curvatura de la Tierra y al eje de rotación inclinado, lo cual propicia que los rayos solares alcancen la superficie de la Tierra de manera diferenciada.

INTRODUCCIÓN

Las características particulares de la Tierra se deben, entre otros aspectos, a las interacciones entre los diversos factores físicos, químicos y biológicos, así como las dinámicas que se han llevado a cabo en diversas escalas de tiempo, que han conformado la diversidad biológica y de ecosistemas en el planeta. Sin embargo, las condiciones actuales de la Tierra difieren de cómo era hace mucho tiempo, estos cambios obedecen a las dinámicas entre los diferentes componentes del sistema climático terrestre.

Algunas de las razones por las que en distintas regiones del planeta existen características climáticas diferenciadas, se deben, entre otras razones, a la latitud, la altitud sobre el nivel del mar, al movimiento de las masas de aire y agua o a la **orografía**. Eso explica los climas muy diferentes en las varias regiones del planeta.

El **estado del tiempo** es el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinado, y cambia dentro de períodos cortos de tiempo como en minutos, horas, días, semanas, etcétera. Este se define a partir de diferentes **variables meteorológicas**, como la temperatura, la humedad, la precipitación, la presión del aire, la velocidad y la dirección del viento, así como de la nubosidad. El **clima** es el estado promedio de las condiciones atmosféricas durante largos periodos de tiempo (por lo menos 30 años según la definición de la Organización Meteorológica Mundial), y aunque refiere a las mismas variables meteorológicas que el estado del tiempo, las traduce a una dimensión más duradera y estable.

OBJETIVOS

- Identificar las diferencias entre clima y estado del tiempo atmosférico.
- Analizar algunas variables meteorológicas que permiten predecir las condiciones atmosféricas de una región determinada.
- Identificar las principales características de los diferentes climas de la República Mexicana.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

¿Cuáles son las variables meteorológicas? (Temperatura, nubosidad, precipitación, vientos)

1. Para iniciar con el estudio del estado del tiempo atmosférico y del clima, plantee una primera pregunta a sus estudiantes. ¿De qué creen que están hechas las nubes?
2. Escuche sus ideas y recupérelas de forma organizada en el pizarrón o en alguna hoja de rotafolio, serán las primeras ideas que recuperaremos a lo largo de la lección.
3. En este momento, plantee a sus estudiantes que, en la siguiente actividad experimental, modelarán una manera de crear su propia nube en una botella de plástico.

Actividad 9. CREA TU PROPIA NUBE

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

Tiempo de realización: 20 minutos

Materiales para equipos de 4 estudiantes:

- Una botella de plástico limpia de 2,000 mL, de preferencia transparente y sin rótulos
- Un tapón de hule o de corcho que embone perfectamente en la boca de la botella de plástico
- Una válvula (para inflar llantas de bicicletas) y una bomba para inflar balones o llantas de bicicletas.
- Un poco de agua o de alcohol etílico 70° GL

PROCEDIMIENTO

1. Con precaución inserten la válvula en medio del tapón de hule o de corcho. Aseguren que la punta de la válvula salga del otro extremo del tapón.
2. Pongan un poco de agua en el interior de la botella (10 o 20 mL es suficiente), aseguren que las paredes internas de la botella queden humedecidas.
3. Tape perfectamente la boca de la botella con el tapón conectado a la bomba de aire, si es necesario aplique un poco de fuerza para sellar la boca de la botella.
4. Con la bomba, introduzca aire dentro de la botella hasta que perciban que la bomba ofrece cierta resistencia.
5. Con cuidado, quiten **rápidamente** el tapón y observen lo que ocurre en el interior de la botella. (Figura1)

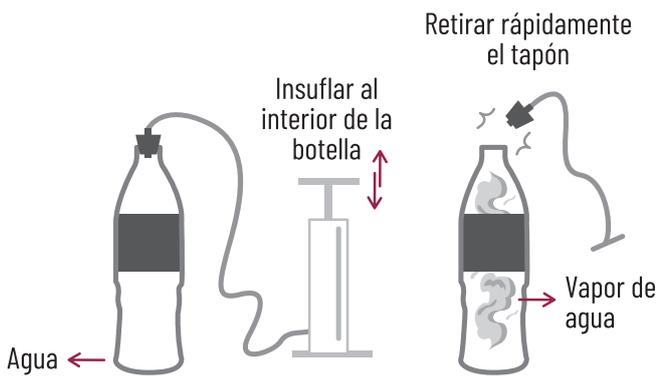


Figura 1 Montaje para el dispositivo

★ **NOTA:** Si desean que la nube sea más evidente, sustituya el agua con un poco de alcohol etílico desnaturalizado (70° GL), funciona mejor porque el punto de ebullición del alcohol es menor que el del agua.

Recupere las respuestas a la pregunta "¿De qué creen que están hechas las nubes?" Para explicar cómo se formó la nube, comente con sus estudiantes que en este caso, al insuflar aire dentro de la botella, aumenta la presión del aire, y cuando se destapa de manera repentina, el agua – o el alcohol – se evapora rápidamente, pero se resfría inmediatamente al contacto con el aire fuera de la botella. Por consecuencia, el vapor de agua se condensa y se ve una nube de gotitas de agua.

Esta es la base para analizar que además de la **nubosidad**, existen otras variables que estudia la **meteorología**, la disciplina que se dedica al estudio de la atmósfera en un lugar y en un momento determinados, otras variables meteorológicas son la **temperatura ambiente**, la **presión atmosférica**, la **precipitación**, la dirección y velocidad del **viento**, la **humedad**, entre otras.

Plantee a sus estudiantes que hoy día, en el lugar donde viven, pueden percibir si hace frío o calor (temperatura), también si llueve o no (precipitaciones), si hay o no viento y/o nubes. A esto se le conoce como estado del tiempo.

En conjunto, estas variables, determinan muchas de las características de un lugar o una región determinada.

EXPLORAR

¿Cómo se estudia el clima y el tiempo atmosférico? (Escala de tiempo)

1. Comente con sus estudiantes que a continuación explorarán para qué y cómo la comunidad científica estudia estas variables meteorológicas.
2. Reflexione con sus estudiantes sobre la importancia de conocer las variables meteorológicas, ya que nos permite decidir, por ejemplo, la ropa que podemos utilizar, las actividades que podemos realizar o incluso saber cómo cambian estas variables a lo largo del tiempo. Puede plantear preguntas como las siguientes para guiar la reflexión grupal: ¿Para qué nos sirve conocer la temperatura de un lugar, o si lloverá o hará mucho viento? ¿De qué manera conocer esta información nos ayuda a planear la ropa que usaremos o nuestras actividades o las previsiones que deberemos tomar en cuenta, en caso de tormentas, días calurosos, fríos o presencia de huracanes?
3. Mencione a sus estudiantes que las y los científicos miden y registran estas variables en diferentes escalas de tiempo: horas, días, meses y años. A continuación, realizarán una actividad que les permitirá explorar las escalas de tiempo en que se estudian las variables meteorológicas.
4. Organice a sus estudiantes en equipos de 4 a 5 integrantes.
5. Muestre la siguiente imagen.



6. Solicite que, con base en la imagen reflexionen en las siguientes preguntas:

- ¿Qué ropa usarás el día de hoy y por qué?
- ¿Qué ropa usas regularmente a lo largo del año en el lugar donde vives y por qué?
- Con base en las dos primeras preguntas, ¿cuál consideras que es la diferencia entre estado del tiempo y clima?

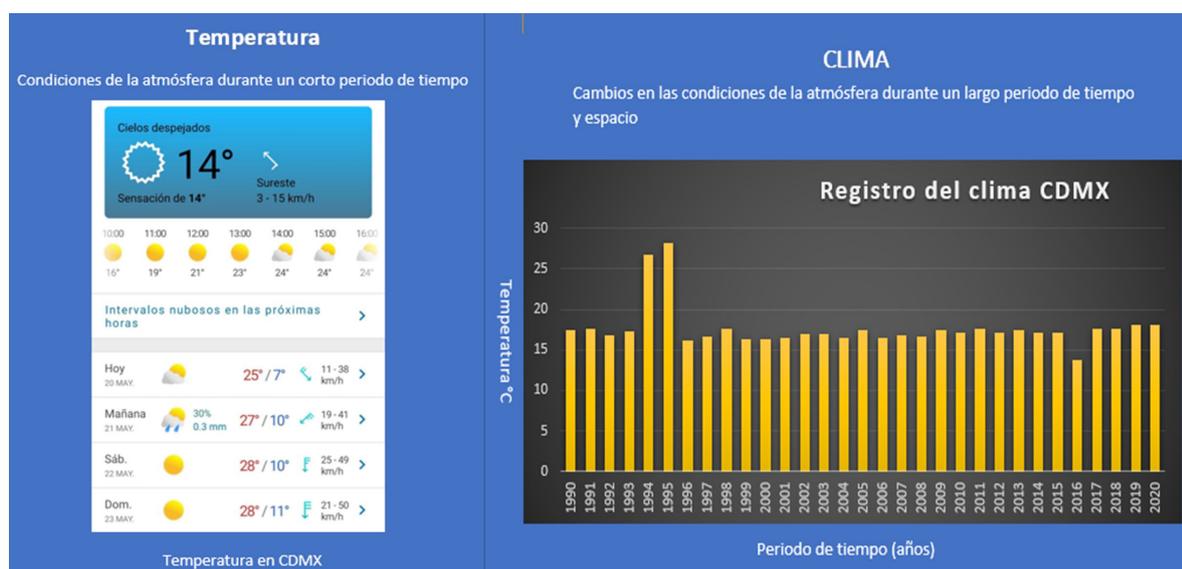
7. Dé tiempo suficiente para que los equipos reflexionen y discutan las preguntas y solicite que anoten sus respuestas en sus cuadernos.

8. Una vez que terminen, solicite a cada equipo que comparta con el resto del grupo sus reflexiones.

9. Comente que en el ejercicio que acaban de realizar están representadas las escalas de tiempo en las que se estudian las variables meteorológicas. Reflexione con ellos sobre la importancia de conocer cómo es la temperatura, la precipitación, los vientos, etcétera en un momento específico. Lo anterior se conoce como estado del tiempo y ayuda, por ejemplo, al campesino saber cuando debe sembrar algunas semillas, ayuda al gobierno saber cuándo tiene que advertir a la población que esté acercándose un huracán, y nos ayuda a planear la ropa que usamos todos los días. Mientras que conocer estas variables en periodos largos de tiempo (por lo menos 30 años) se conoce como clima y nos ayuda, por ejemplo, a saber si vale la pena instalar paneles solares en el techo de un edificio o instalar turbinas eólicas, y además nos ayuda a saber la ropa que debemos tener en nuestros closet o roperos para cada época del año.

¿Cómo se estudia el clima y el tiempo atmosférico? (modelos matemáticos)

1. Nuevamente organice a sus estudiantes en equipos de 4 a 5 integrantes y muestre la siguiente infografía.



Fuente: meteored.mx

2. Solicite que con base en la infografía reflexionen las siguientes preguntas:

- ¿Qué información se muestra en la imagen izquierda? ¿Qué escala de tiempo se observa al medir el estado del tiempo?
- ¿Qué información se muestra en la imagen derecha? ¿Qué escala de tiempo se observa al medir el clima?

EXPLICAR

De manera grupal realice la siguiente lectura: "Modelos matemáticos para la medición del estado del tiempo y clima".

Lectura: "Modelos matemáticos para la medición del estado del tiempo y clima"

Un modelo matemático es una representación abstracta, conceptual, gráfica o visual de fenómenos, sistemas o procesos, a fin de representarlos, analizarlos, describirlos o explicarlos. Los modelos climáticos globales son representaciones matemáticas del sistema climático de la Tierra, que se basan en las leyes de la física y ejecutadas con ayuda de computadoras. Están obtenidos considerando procesos físicos fundamentales en la atmósfera, el océano, la superficie terrestre y la criósfera.

Para conocer el tiempo atmosférico y el clima se requiere medir las variables meteorológicas que afectan de manera más directa. Para medir la temperatura se utilizan los termómetros, para las precipitaciones se utilizan los pluviómetros, para la presión se utilizan los barómetros, para la humedad se utilizan los higrómetros, para medir la velocidad del viento se utiliza el anemómetro y para la dirección del viento se utilizan las veletas.

Las **variables meteorológicas** se miden en las estaciones meteorológicas, que registran los parámetros y cambios de la atmósfera como la temperatura, las precipitaciones, la humedad y la presión de aire. Los científicos utilizan una gran cantidad de dispositivos para estudiar lo que pasa en nuestro planeta. Además, hay una categoría de instrumentos que permiten coleccionar evidencias del clima de forma lejana para saber lo que sucede en regiones de difícil acceso o sobre grandes porciones del territorio o incluso del planeta entero. Los satélites son los instrumentos más poderosos para recoger datos de forma remota. Con estos registros a **largo plazo**, podemos determinar patrones del **clima**. La información obtenida de las estaciones meteorológicas y de los satélites, generalmente se expresa por medio de mapas que permiten mostrar la evolución temporal y la distribución espacial del estado atmosférico (Figura 3).



Figura 3, Componentes que favorecen el estudio del clima.

ELABORAR

¿Cómo se determina el clima de un lugar?

Revise con sus estudiantes la siguiente información para conocer cómo se determinan los climas en cada región.

Los tipos de clima se determinan principalmente por la temperatura media anual y las precipitaciones medias anuales en una región determinada, de acuerdo con lo anterior, la siguiente tabla muestra los cinco grandes tipos de climas (UNAM, 2020):

Temperatura media anual	Tipos de clima	Precipitaciones anuales
18° C o más	Tropical	Abundantes (más de 1,200 mm y hasta 4,400 mm)
Gran amplitud térmica entre el día y la noche	Desértico	Escasas (no supera los 200 mm)
Alrededor de 15° C	Templado	Suficientes (desde 500 mm a más de 1,000 mm)
Menor a 10° C	Frío	Variables
Menor a -2° C	Polar	Escasas

De esta clasificación puede haber subcategorías, que consideren, por ejemplo, la cantidad de humedad, así se pueden subcategorizar en húmedos o subhúmedos, o incluso los climas secos, se pueden subcategorizar en muy secos, por lo que la clasificación se puede ampliar.

México cuenta con una gran diversidad climática, debido a diversos factores. Observen que al país lo cruza el Trópico de Cáncer, y lo divide en dos grandes zonas, la **región norte** del territorio presenta climas desérticos; **hacia el sur y en las zonas costeras**, hay climas tropicales o cálidos; mientras que en las regiones donde hay cadenas montañosas, hay principalmente climas templados, que pueden ser fríos, sobre todo en las partes más elevadas.

Observe el siguiente mapa que representa los diferentes climas del país.



Otros factores importantes son la posición geográfica del país y su relieve con grandes cadenas montañosas, valles, planicies, cerros, mesetas y que, dada la cercanía al mar, hay un gran aporte de aire húmedo que favorece una temperatura constante en una gran parte del territorio nacional, lo que hace poco perceptible el cambio de estaciones en el año.

Si analizamos los factores antes mencionados y observamos la distribución climática en el mundo (Figura 4), apreciamos que los países que están localizados al norte y al sur del planeta tienen climas más fríos, incluso hay hielos perpetuos, mientras que los países que están situados en la franja del ecuador, tienen climas tropicales y por encima del Trópico de Cáncer hay climas más desérticos.

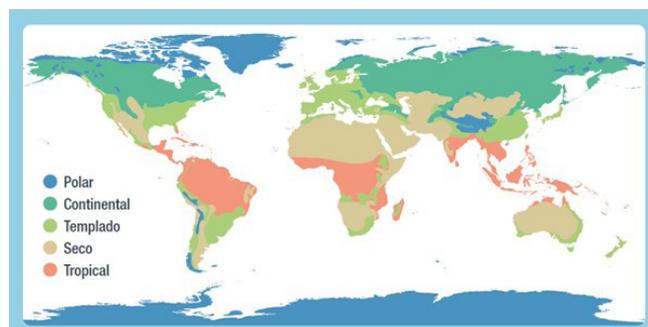
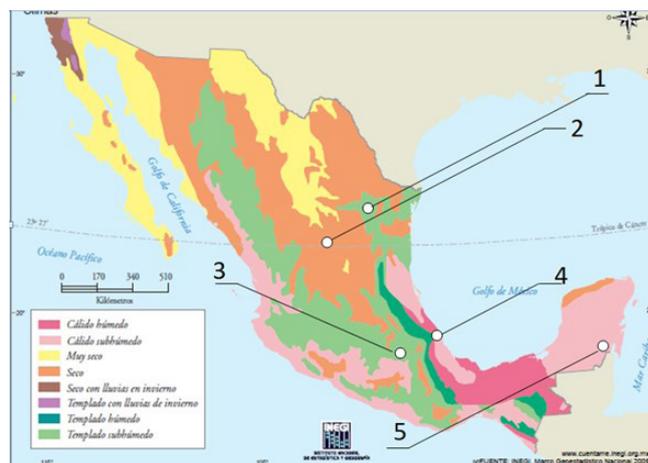


Figura 4. Clasificación climática según Köppen

EVALUAR

1. Para que sus estudiantes relacionen algunos climas de México con la biodiversidad, así como la variedad de paisajes que se pueden encontrar, observen el siguiente mapa climático que señala cinco puntos.



2. A continuación, observarán cinco fotografías (Ver página siguiente) con algunos paisajes propios de ciertas zonas del país, encontrarán además una descripción con las principales características atmosféricas que favorecen determinados tipos de vegetación, con la información de la tabla y la descripción de los climas del territorio nacional, relacione en qué regiones se encuentran esos lugares.



En esta región se presenta mayormente un clima seco y semiseco. La temperatura media anual es de 17°C , la temperatura máxima promedio es alrededor de 30°C en el mes de mayo y la temperatura mínima promedio es de 3°C en el mes de enero.

La precipitación media es de 510 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre.

El clima seco y semiseco de la entidad es una limitante para la agricultura, ésta se practica de riego y temporal, los principales cultivos son: maíz, avena, trigo, frijol, chile, sorgo, nopal y durazno.



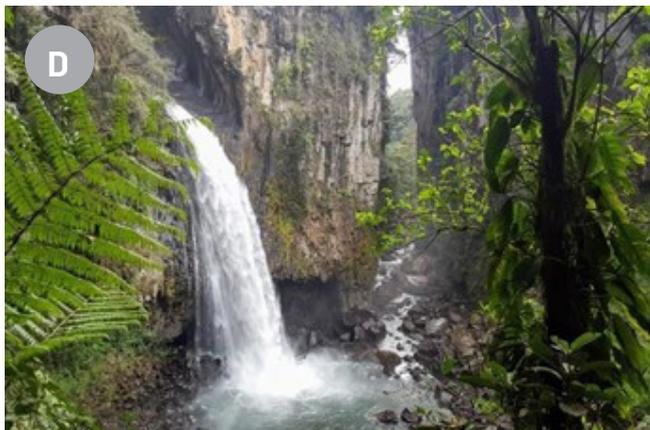
En esta región se presenta clima templado subhúmedo, La temperatura media anual es alrededor de 23.5°C , la temperatura máxima promedio es de 22°C en los meses de junio a agosto, la temperatura mínima promedio es de 10°C en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 780 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre.



En esta región se presenta clima cálido suhúmedo La temperatura media anual es de 26°C , la temperatura máxima promedio es de 33°C en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero.

La precipitación media estatal es alrededor de 1,300 mm anuales, las lluvias se presentan durante todo el año, principalmente en los meses de junio a octubre.



En esta región se presenta un clima cálido subhúmedo y cálido húmedo, se localizan en la Llanura Costera del Golfo.

La temperatura media anual es de 23°C , la temperatura máxima promedio es de alrededor de 32°C en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C en el mes de enero.

La precipitación media es de 1,500 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre.



En esta región se presenta un clima templado subhúmedo, La temperatura media anual es de 14.7°C , las temperaturas más bajas se presentan en los meses de enero y febrero son alrededor de 3.0°C .

La temperatura máxima promedio se presentan en abril y mayo es alrededor de 25°C .

Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de **900 mm** anuales.

Relacione correctamente las regiones señaladas en el mapa de acuerdo con las características que observe en cada fotografía.

REGIONES	CLIMAS
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E

viento, humedad y nubosidad. Estas variables se miden y registran todos los días en diferentes puntos del planeta a través de estaciones meteorológicas y satélites. De esta forma los científicos reúnen la información necesaria para hacer predicciones sobre el estado del tiempo y saber cómo es el clima en cada región.

GLOSARIO

Variables meteorológicas: Son parámetros medibles, que permiten conocer cuál es la condición que presenta la atmósfera en un momento determinado.

Orografía: Describe y clasifica los tipos de relieve o elevaciones, es decir las formas de la superficie de la Tierra.

CONCLUSIONES

- La principal diferencia entre el estado del tiempo y el clima es la escala del tiempo. **El estado del tiempo** es el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinado. Mientras que el **clima** es el tiempo atmosférico promedio durante un largo periodo de tiempo de por lo menos 30 años. El clima se puede dar para un lugar específico o para una región o para el planeta entero.

- Tanto para el estado del tiempo como para el clima se consideran las variables meteorológicas: temperatura, precipitación, presión del aire, velocidad y dirección del

3.2 Procesos que influyen sobre los cambios de clima en escalas de tiempo largas (miles o millones de años) y cortas (décadas o siglos)

➔ PARA RECORDAR...

La diferencia entre estado de tiempo y clima es una cuestión de escala de tiempo.

Los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera son capaces de reemitir la radiación infrarroja (calor) emitida por la Tierra y calentar su superficie, lo que propicia el efecto invernadero y un clima adecuado para la vida.

Recomendaciones

- Promueva la curiosidad de los estudiantes sobre por qué cambia el clima y cuál es la influencia de la actividad humana en el clima actual.
- Favorezca la comprensión y la reflexión en torno a la influencia de la actividad humana en el clima actual.
- Permita que los estudiantes compartan y discutan los hallazgos y aprendizajes más importantes de la actividad experimental en la que se estudian las características de los anillos de crecimiento de los árboles.

▶ INTRODUCCIÓN

Desde hace millones de años el clima de la Tierra ha cambiado por factores naturales, los cuales originan la variabilidad natural del clima.

Para estudiar el clima del pasado, se utilizan algunas de las técnicas más empleadas en la reconstrucción del clima y efectuando actividades vivenciales y exploratorias que contribuyen a la comprensión del tema.

De igual forma, los estudiantes identificarán la evidencia que sustenta que el clima está cambiando de manera acelerada en los últimos siglos y que estas modificaciones se deben a que se ha alterado la composición química de la atmósfera debido al incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por las actividades humanas. Esos cambios no son naturales sino provocados por la humanidad y están afectando algunos de los ciclos naturales del planeta y la biósfera en su conjunto.

¿Por qué cambia el clima?

El clima de la Tierra no ha sido siempre el mismo. Gracias al trabajo de los científicos hoy sabemos que, a lo largo de la historia de la Tierra, durante 4,500 millones de años el clima ha cambiado, en ocasiones, de manera muy drástica, aunque normalmente estos cambios toman miles o millones de años.

Factores naturales que cambian el clima

Existen varios factores de origen natural que modifican el clima del planeta, algunos de los principales son los siguientes:

- Variación de los parámetros de la órbita terrestre y del eje de la Tierra.
- Variación de la energía emitida por el Sol (de la actividad solar cual depende del número de las manchas solares).
- Erupciones volcánicas.
- Variabilidad interna: contenido de calor de los océanos, cambios/oscilaciones en las corrientes marinas, cambios en el albedo de la Tierra etc.

Los cambios en los parámetros de la órbita terrestre y del eje de la Tierra se conocen como *los ciclos de Milanković* (Figura 1), son uno de los factores primordiales que causan la variabilidad natural del clima del planeta. Estos ciclos son los siguientes:

- El cambio en la excentricidad de la órbita, donde varía su forma con una periodicidad de aproximadamente 100,000 años.
- El cambio en la inclinación del eje de rotación de la Tierra entre 22.1º y 24.5º tiene una periodicidad de aproximadamente 41,000 años.
- La precesión del equinoccio es el cambio en la orientación del eje terrestre y tiene una periodicidad de aproximadamente 26,000 años.

Estas variaciones han dado lugar a las eras glaciares e interglaciares.

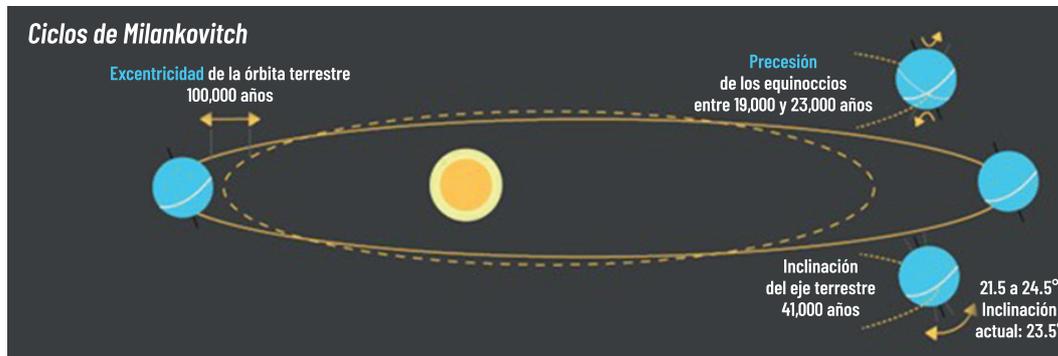


Figura 1. Ciclos de Milanković

También las fluctuaciones en la energía solar que recibe la Tierra contribuyen a la variabilidad natural del clima. El ciclo solar tiene un periodo de 11 años, durante los cuales la energía que irradia varía 0.1%. Esta pequeña variación influye sobre el clima, aunque de forma poco significativa.

Así mismo, las erupciones volcánicas pueden afectar el clima. Se conocen dos tipos de erupciones volcánicas, uno de ellos se refiere a las **erupciones difusivas**, las cuales expulsan a baja altura gases y cenizas, afectando principalmente el microclima local.

El otro tipo corresponde a las **erupciones explosivas**, que se caracterizan por emitir cenizas y compuestos químicos (gases) hasta la estratosfera.

Los océanos son un importante factor que origina la variabilidad natural interna del clima. Los océanos tienen un fuerte impacto sobre el clima, debido a la gran capacidad de absorber calor y de por las corrientes marinas mover energía por todo el planeta.

Estos factores de manera conjunta originan la variabilidad natural del clima de la Tierra desde hace millones de años. En la actualidad, es posible conocer el clima del pasado y para ello se han desarrollado varias técnicas que aportan información valiosa, a través de la cual se ha llegado a reconstruir y analizar la evolución del clima en el planeta.

¿Cómo se estudia el clima del pasado?



La **paleoclimatología** estudia el clima de la Tierra a lo largo de su historia. A través de mediciones indirectas que aportan importante información, se ha logrado reconstruir el clima histórico del planeta. Se han diseñado varias técnicas para ello, una de las más empleadas se conoce como *los núcleos de hielo*.

Existen zonas extremadamente frías en donde la nieve no se derrite durante el verano, las nevadas se han acumulado a lo largo de miles de años formando mantos de hielo de espesor kilométrico.

Los **núcleos de hielo** son cilindros que se extraen mediante perforación profunda de las capas de hielo, principalmente en la Antártida, Groenlandia y algunos glaciares, para analizar la composición química de las burbujas de aire que quedaron atrapadas en el momento en que se produjo la nevada. El estudio de las burbujas de aire en los núcleos de hielo permite conocer la composición química de la atmósfera y reconstruir las variables climáticas. Por ejemplo, a partir de la concentración de dióxido de carbono, es posible deducir la temperatura ambiente. También, la concentración de vapor de agua permite establecer el grado de humedad del aire. La presencia de dióxido de azufre es señal de actividad volcánica. Además, la estructura de los cristales de hielo se

relaciona con la velocidad del viento y el brillo, la textura y el color de estos, muestran las variaciones estacionales. De igual forma, las micropartículas suspendidas en las burbujas de aire de los núcleos de hielo son un indicador de la turbidez troposférica (Figura 2).



Figura 2. Núcleo de hielo

No solo los fenómenos geológicos se relacionan con el clima del planeta, también existen evidencias biológicas ampliamente utilizadas, por ejemplo, los árboles, el polen y las esporas fósiles, entre otras.

Dendrocronología o análisis de los anillos de crecimiento de los árboles

Los árboles contienen algunas de las pruebas más precisas del clima del pasado. Sus capas de crecimiento, en forma de anillos en la sección transversal del tronco evidencian las inundaciones, sequías, ataques de plagas e incendios.

Cada año los árboles aumentan su diámetro, dependiendo de la disponibilidad de agua y de la temperatura; la parte más joven del árbol es la más cercana a la corteza y la parte más vieja al núcleo. En años húmedos los anillos crecen más que en los años secos. La mayoría de los árboles han desarrollado la capacidad fisiológica para crecer nuevos anillos en las lesiones causadas por los incendios (cicatrices de fuego) y estas se pueden identificar en forma de cortes transversales (Figura 3).



Figura 3. Información climática que se obtiene de los troncos de los árboles

Palinología o estudio de los vestigios de polen

El estudio del polen permite identificar muestras de épocas antiguas que quedaron fosilizadas en lagos. Es posible identificar el polen de un determinado material y saber cómo era la vegetación en el pasado y a partir de esta información, establecer cuál era su temperatura (Figura 4).

Los sedimentos en el fondo del lago son ideales para determinar sus cambios a través del tiempo, dado que estos tienden a colocarse en capas por años.

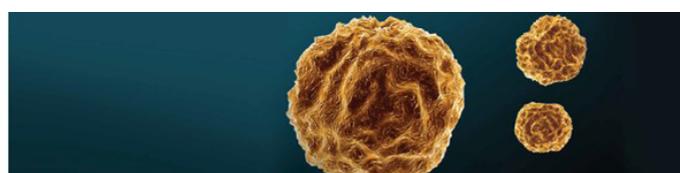


Figura 4. Vestigios de polen

¿Cómo sabemos que el clima de la Tierra está cambiando?

De acuerdo con el último reporte de 2013 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), organismo intergubernamental establecido en 1988 conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado.

¿Cuál es la influencia de la actividad humana en el clima en la actualidad?

A lo largo de los últimos 800.000 años la concentración de CO_2 en la atmósfera no había superado las 300 partes por millón (Figura 5).

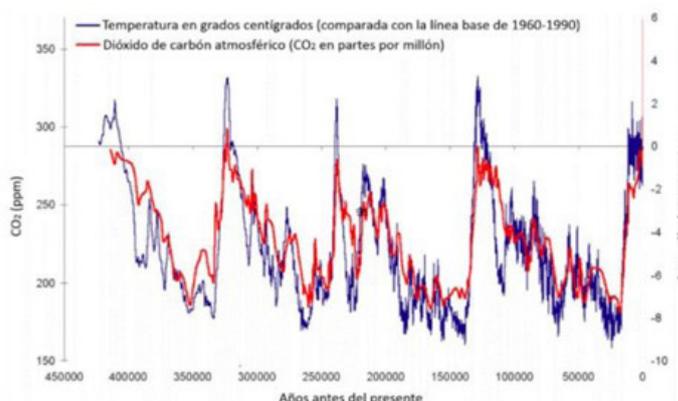


Figura 5. Cambios en la temperatura y la concentración de dióxido de carbono en los últimos 800 mil años.

Por primera vez en más de 800,000 años, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha superado las 400 partes por millón (Figura 6).

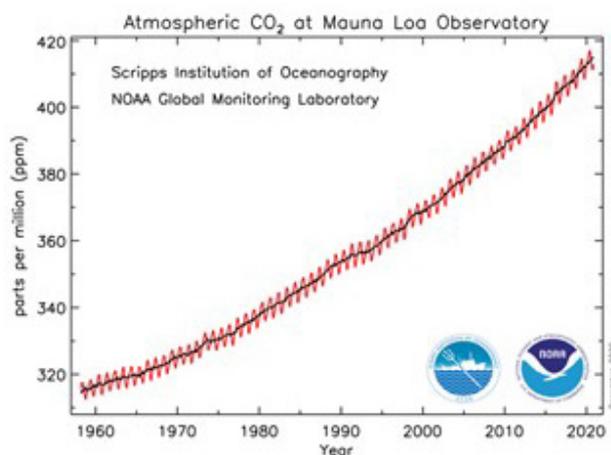


Figura 6. Aumento en la concentración atmosférica de dióxido de carbono en el Mauna Loa en Hawái en los últimos 60 años¹¹.

¿Cuánto del aumento de CO_2 en la atmósfera se debe a causas naturales?

Los niveles actuales de CO_2 están mucho más allá de todo lo que nuestro planeta ha visto durante los últimos 800,000 años.

La evidencia sugiere que el calentamiento de los últimos cien años es inusual en comparación con los últimos 800,000 años y es causado por las concentraciones más altas de CO_2 . Pero ¿el aumento de las concentraciones de CO_2 podría ser por causas naturales?

¹¹ ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt

Seguramente no. La Figura 7 muestra la historia de los cambios en las concentraciones de CO_2 atmosférico y la temperatura antártica desde hace 800,000 años, registros que incluyen muchos ciclos de Milanković. Claramente, la concentración atmosférica de CO_2 varía naturalmente en conjunto con la temperatura, oscila entre 180 y 280 partes por millón (ppm). Pero los ciclos de Milanković no pueden explicar el enorme aumento que se observa al final de la gráfica y que corresponde con el presente, un aumento que supera las 400 ppm y que es muy probable que se deba a las actividades humanas. No hay evidencia de que hubiera un incremento tan grande durante muchos millones de años.



Figura 7. Cambios observados en la temperatura y la concentración de dióxido de carbono en los últimos 800,000 años.

A partir de la Revolución Industrial y debido a las actividades humanas, las concentraciones de los GEI han aumentado de manera constante (Figura 8).

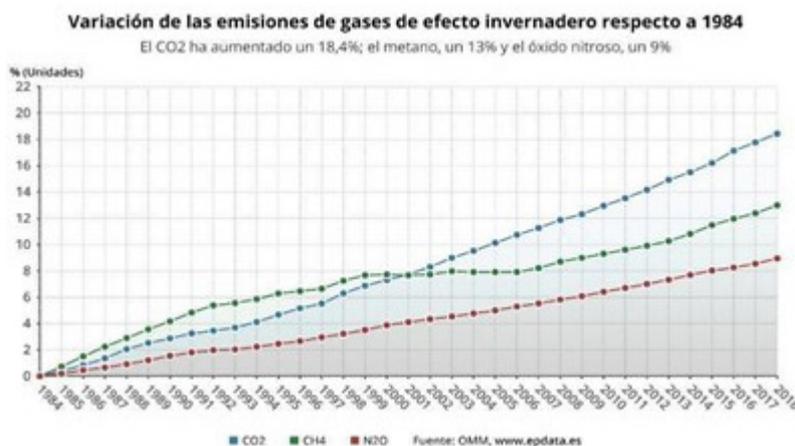


Figura 8. Incremento en la concentración de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico en décadas recientes

El principal GEI generado hacia la atmósfera es el CO_2 , seguido del metano (CH_4) y del óxido nítrico (N_2O). (Figura 9).

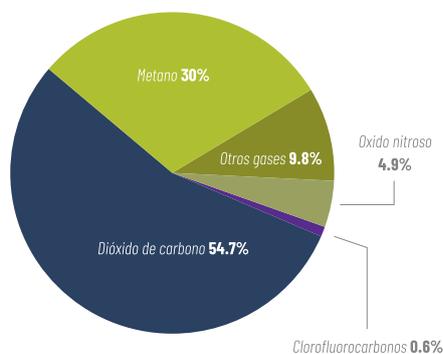


Figura 9. Contribución de gases de efecto invernadero al forzamiento climático.

En el último siglo, el enorme aumento de CO_2 y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera es el principal responsable del cambio de temperatura promedio global.

A partir de la Revolución Industrial se ha modificado la composición química de la atmósfera debido al incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero. Las actividades humanas relacionadas con el incremento de los gases a efecto invernadero en la atmósfera son las siguientes:

- CO_2 : Quema de combustibles fósiles, deforestación.
- CH_4 : cambio de uso del suelo, ganadería y el cultivo de arroz (en arrozales), tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos;
- N_2O : el uso de fertilizantes artificiales y naturales (abono).

OBJETIVOS

- Identificar los factores naturales que originan la variabilidad del clima.
- Conocer cómo se estudia el clima en el pasado.
- Reconocer la influencia de la actividad humana en el clima actual.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Para iniciar la sesión pregunte a sus estudiantes:
 - ¿Han escuchado hablar de la Era de hielo?
 - ¿Cómo era el clima del planeta durante la era de hielo?
 - ¿Qué condiciones se requerirían para que hubiera otra era de hielo?
2. Retome las ideas de los estudiantes sobre estas respuestas y plantee la siguiente pregunta:

¿Cómo sabemos que el clima ha cambiado?

Comente que los científicos que estudian el clima del pasado se denominan paleoclimatólogos, quienes aplican distintas metodologías para conocer cómo era el clima en épocas remotas. Hable acerca de las distintas formas en que los científicos estudian el clima del pasado que se describen en la introducción.

Diga a sus estudiantes que van a realizar dos actividades exploratorias para entender cómo los científicos estudian el clima del pasado.

EXPLORAR / EXPLICAR

Actividad 10. ¿QUÉ INFORMACIÓN GUARDA UN ÁRBOL SOBRE EL CLIMA DEL PASADO?

RESUMEN

En esta actividad, los estudiantes analizarán el patrón de crecimiento de los anillos de los troncos de árboles para conocer algunos datos del clima del pasado.

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

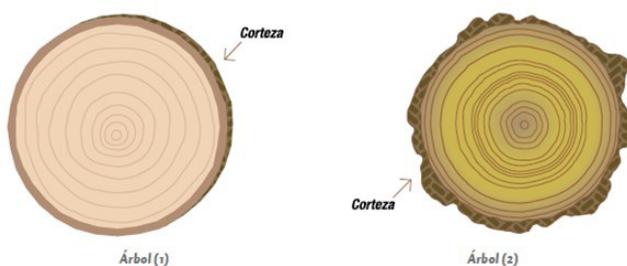
Tiempo de realización: 30 minutos

Materiales:

- Cuaderno de notas

PROCEDIMIENTO

1. Observa detenidamente las siguientes figuras, representan los anillos de crecimiento de dos troncos de dos árboles diferentes.



2. Cada anillo corresponde a un año de vida del árbol. Los anillos gruesos representan los años húmedos; en cambio los anillos delgados, representan los años secos.
3. Observa los anillos de cada árbol e identifica:
 - El número de anillos.
 - Las diferencias en el espesor de los anillos.
4. Registra tus observaciones en la siguiente tabla.

	Número de anillos	Anillos gruesos	Anillos delgados
Árbol 1			
Árbol 2			

5. Comenta y compara tus resultados con los otros equipos.
6. Después de observar las figuras y llenar los datos de la tabla, contesta las siguientes preguntas:

Considera que los árboles fueron cortados recientemente.

1. ¿Cuál de los árboles vivió más años? ¿Por qué?

2. ¿Cuál vivió en un clima seco? Expliquen sus razones.

3. ¿Cuál vivió en un clima más húmedo? Expliquen sus razones.

4. ¿Cuáles fueron los años menos lluviosos en la región donde vivía el árbol 1? Expliquen sus razones.

5. ¿Cuáles fueron los años más lluviosos donde vivía el árbol 1? Expliquen sus razones.

6. Imaginen que tienen el tronco de un árbol que tiene más de cien anillos. ¿Qué información sobre el clima puede brindarles?

7. ¿Creen que es confiable la información que brindan los troncos de los árboles sobre el clima? ¿Por qué?

ELABORAR

1. Comente a sus estudiantes que a partir de la información que han analizado es posible saber que el clima ha cambiado a lo largo del tiempo y que son muchos los factores que influyen y provocan esos cambios.

2. Para continuar la discusión pregunte a sus estudiantes:

¿Creen que los seres humanos podríamos alterar el clima del planeta?

3. Comente que van a realizar una actividad exploratoria para comprender la manera en que los seres humanos estamos cambiando el clima.

EXPLORAR / EXPLICAR

Actividad 11. DIÓXIDO DE CARBONO Y TEMPERATURA

RESUMEN

En esta actividad, los estudiantes al aumentar la concentración de CO_2 en un sistema cerrado que recibe la misma energía en forma de luz, se incrementa la temperatura de este.

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

Tiempo de realización: 45 minutos

Materiales:

- Dos botellas iguales de plástico transparente, con tapa, con capacidad máxima de 600 mL
- Una vara de incienso
- Cerillos o encendedor
- Material de limpieza: toallas de papel, recipiente para desechos
- Plastilina
- Un cronómetro o un reloj
- Papel para graficar
- Un termómetro (opcional)

PROCEDIMIENTO

1. Asegúrense que ambas botellas estén completamente secas. Rotulen las dos botellas o cámaras experimentales, como: A) Aire y B) Aire con una concentración mayor de CO_2
2. Cierren la botella A, será la cámara experimental control.
3. Sujete la botella B sin tapa y con la boca hacia abajo. Enciendan una vara de incienso y colóquelo dentro de la botella, para capturar el CO_2 (como se muestra en la figura 10), una vez que el interior se torne ligeramente opaco y se sature de gas, cierren la botella con la tapa rápidamente.

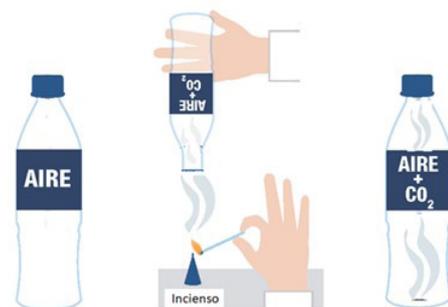


Figura 10. Diseño del dispositivo

4. Coloquen las cámaras experimentales en la sombra y con precaución, tome la temperatura con el termómetro y registre este dato. En caso de no contar con un termómetro, toquen la pared de cada botella, hasta que noten que en ambas botellas tengan la misma percepción térmica. Utilice la siguiente escala de valor para comparar las diferencias de qué tan frías o calientes se sientan las botellas, registren las escalas de valor inicial de cada botella. Considere que, al utilizar la percepción térmica los resultados pueden no ser tan exactos, ya que el registro será subjetivo de acuerdo a cada persona.

Sensación térmica	Escala de valor
Fría	1
Ligeramente tibia	2
Tibia	3
Ligeramente caliente	4
Caliente	5

5. Asegure que un mismo miembro del equipo sea el encargado de determinar la temperatura o sensación térmica de las botellas y evitar posibles sesgos en las mediciones.

Coloque ambas botellas al Sol, una junto a la otra y en un lugar donde **cada una de ellas reciba la misma cantidad de radiación solar**.

6. Con precaución, cada cinco minutos, nuevamente perciban la temperatura de la pared de ambas botellas y tomando como referencia la escala anterior, registren estos datos durante 20 minutos.

7. Realicen una gráfica de tiempo contra temperatura en el papel para graficar y analicen sus resultados de forma grupal.

8. Después de realizar la actividad exploratoria comente a los estudiantes acerca de la importancia del CO_2 como gas de efecto invernadero (recuerda las principales ideas de lo aprendido en la lección anterior)

9. Comente que lo que observaron en el experimento es una analogía para analizar que las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles desde el inicio de la Revolución Industrial han modificado la concentración de los gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 , N_2O , CFC y O_3) en la atmósfera.

10. Esta es la forma en la que los seres humanos hemos contribuido al cambio climático y a esta intervención sobre el clima se le conoce como **antropogénica (que significa "hecha por humanos")**.

11. Enfatique que el problema no radica únicamente en que la concentración actual de CO_2 en la atmósfera es más alta de lo que ha sido en los últimos 800 mil años, sino en que este incremento está ocurriendo a un ritmo muy acelerado. En el pasado el CO_2 nunca había

aumentado a razón de más de 30 partes por millón en 1,000 años, pero ahora hemos visto un aumento de 30 partes por millón en los últimos 13 años¹².

12. Comente que la concentración de CO_2 se había mantenido en un rango estable durante cientos de miles de años, entre aproximadamente 180 y 280 ppm¹³, sin embargo, de acuerdo con las mediciones más recientes de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA) en 2020 la concentración media de CO_2 en el Mauna Loa en Hawái era de 414 ppm.

13. Esta alteración generada por el incremento de los GEI en la atmósfera provoca un aumento en el promedio de la temperatura global.

14. Como se revisó previamente en el Bloque 1, cuando uno de los componentes del sistema climático se modifica tiene un efecto sobre los demás.

15. De forma grupal, discutan los resultados y sus análisis, así como las conclusiones de la actividad exploratoria.

EVALUAR

Para cerrar la actividad pida a sus estudiantes que preparen tres tarjetas, en una escribirán la letra A. en otra la letra B y en la tercera la letra C. Diga a sus estudiantes que usted les leerá tres ideas, de las cuales hay dos ideas correctas y una incorrecta. Los estudiantes tendrán que indicar cuál de las tres es la incorrecta y explicar por qué lo es.

Idea 1

A. Las variaciones naturales en el clima de la Tierra se deben a múltiples factores: Cambios en la órbita de la Tierra alrededor del Sol, cambios en la inclinación del eje terrestre, erupciones volcánicas y cambios en la cantidad de hielo o nieve presente en la superficie.

B. Los científicos que estudian el clima del pasado utilizan evidencias indirectas para conocer las condiciones que había hace miles de años. Observan y analizan las burbujas de aire atrapadas en el hielo polar.

C. El gas de efecto invernadero que más se emite por actividades humanas es el vapor de agua.

Idea 2

A. Por miles de años la concentración de los gases de efecto invernadero se mantuvo estable. A partir de la Revolución Industrial y debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón se ha incrementado la emisión de gases a la atmósfera. Ese incremento sigue y está alterando los ciclos naturales del clima del planeta.

B. Los cambios en el clima son positivos y no tendrán consecuencias para la humanidad.

C. Los métodos usados por los científicos para estudiar el clima permiten predecir los cambios que pueden ocurrir si no actuamos a tiempo para detener o revertir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

¹² ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt

¹³ <https://u4d2z7k9.rocketcdn.me/wp-content/uploads/2020/08/Co2-levels-800k.jpg>

CONCLUSIONES

- Desde hace millones de años el clima de la Tierra ha cambiado por factores naturales, los cuales originan la variabilidad natural del clima.
- En la actualidad, es posible conocer el clima del pasado y para ello se han desarrollado varias técnicas que aportan valiosa información, a través de la cual se ha llegado a reconstruir y analizar la evolución del clima en el planeta.
- A partir de la Revolución Industrial se ha modificado la composición química de la atmósfera debido al incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero. En el último siglo, el enorme aumento de CO₂ es el principal responsable del cambio de temperatura promedio global.
- Se ha detectado la influencia humana en el calentamiento de la atmósfera y el océano, en alteraciones en el ciclo global del agua, en reducciones de la cantidad de nieve y hielo, en la elevación media mundial del nivel del mar y en cambios en algunos fenómenos climáticos extremos, como veremos en el siguiente tema.

GLOSARIO

Dióxido de carbono (CO₂): Es una sustancia química compuesta por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Se emite a la atmósfera por fuentes naturales, como la descomposición de la materia orgánica y los incendios forestales. También, se produce a través de las actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la deforestación.

Metano (CH₄): Es una sustancia química compuesta por cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono. Es un gas de efecto invernadero potente. De manera natural se encuentra, por ejemplo, en suelos inundados, como humedales, arrozales y en los intestinos de los rumiantes. También es producto de algunas actividades humanas, como el tratamiento de los residuos o desechos industriales.

Óxido nítrico (N₂O): Es una sustancia química compuesta por dos átomos de nitrógeno y uno de oxígeno. Es un gas de efecto invernadero potente. Procede de la descomposición de fertilizantes químicos y naturales (abono) añadidos al suelo y además es emitido de forma natural por las bacterias del suelo.

Para saber más

Lectura: Los ciclos de Milankovitch

Referencia: *Infogeología*. (2011). *Los ciclos de Milankovitch*. 02/08/2019, de *Infogeología*.

Sitio web: <https://infogeologia.wordpress.com/2011/07/08/los-ciclos-de-milankovitch/>

NOTA PARA EL DOCENTE

Para la sección de Explorar (página 63), de la siguiente lección solicite a sus estudiantes de tarea, que con información familiar, den respuesta a la pregunta: **¿cómo era el clima de su localidad hace 30 años?**

3.3 Diferencias entre cambio climático y calentamiento global

➔ PARA RECORDAR...

En esta lección es importante que recuerden cómo funciona el efecto invernadero natural y los gases que se involucran en dicho proceso, ya que tienen una estrecha relación con el concepto de calentamiento global, cuyos efectos tiene importantes impactos en el sistema climático, por lo que también es recomendable recordar la diferencia entre estado del tiempo y el clima.

Recomendaciones

- Plantee algunas preguntas iniciales para verificar los conceptos previos o qué tanto recuerdan del tema: ¿En qué consiste el efecto invernadero?
- Tenga presente que deberá recuperar las respuestas a la pregunta: **¿cómo era el clima de su localidad hace 30 años?**

▶ INTRODUCCIÓN

En las lecciones anteriores analizamos que el clima ha cambiado a lo largo del tiempo de manera natural, pero también ha sido influenciado por actividades humanas que contribuyen a que este cambie. Con el calentamiento global ocurre lo mismo ya que, si bien es un fenómeno natural, las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y el calentamiento atmosférico, se deben a la influencia de las actividades humanas.

La Figura 1 muestra las tendencias en los rangos de temperatura que comprende el periodo del año 1900 al 2014, las áreas grises indican las áreas en las que no hay datos suficientes para detectar una tendencia a largo plazo.

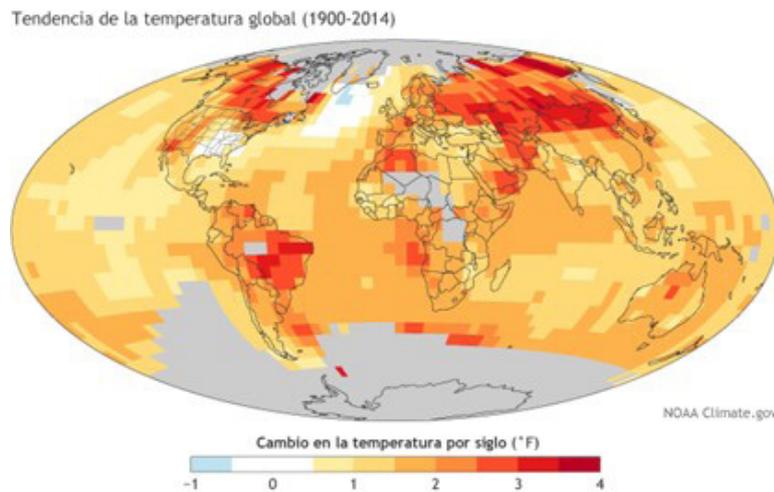


Figura 1 Mapa de NOAA Climate.gov, basado en datos de NOAA GlobalTemp de los Centros Nacionales de Información Ambiental de NOAA.

A mediados de la década de 1970, se encontraron más evidencias que sugerían que el proceso de calentamiento dominaría y que sería diferente a cualquier otro episodio de calentamiento natural. La frase "calentamiento global" surgió para describir ese consenso científico.

En décadas posteriores, los científicos se hicieron más conscientes de que el calentamiento global no era el único impacto del exceso de calor absorbido por los gases de efecto invernadero y reemitido en parte, a la superficie terrestre. El calentamiento global implica otros cambios como el derretimiento del hielo marino, aumento del nivel del mar, incremento de eventos extremos como lluvias, huracanes, inundaciones, sequías, incendios forestales, olas de calor, etc.

En la década de 1990, los científicos utilizaron cada vez más el término "cambio climático causado por los seres humanos" para describir el desafío que enfrenta el planeta (Caitlyn, R, 2020).

En este bloque abordaremos las diferencias entre calentamiento global y cambio climático, si bien están estrechamente relacionados, con frecuencia se utilizan de manera errónea como sinónimos.

El cambio climático es considerado como uno de los problemas ambientales más importantes en la actualidad y se define como todo cambio significativo en el sistema climático del planeta que permanece por un largo periodo de tiempo, como resultado de actividades humanas. **El calentamiento global** se refiere al aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra y los océanos.

El cambio climático incluye el calentamiento global y los efectos secundarios de este, como el derretimiento de glaciares, lluvias más intensas y sequías frecuentes, dicho de otra manera, el calentamiento global causa el cambio climático.

Causas del cambio climático

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), ha manifestado que el calentamiento en el planeta Tierra es inequívoco, y que muchos de los cambios observados no han tenido precedente en los últimos miles de años, ya que se han presentado las mayores emisiones de gases de efecto invernadero en la historia. Las causas del cambio climático se pueden dividir en aquellas relacionadas con los procesos naturales y las causas vinculadas con las actividades humanas.

De forma natural, algunas causas como el efecto invernadero natural, las erupciones volcánicas o las glaciaciones, han cambiado la temperatura del planeta, sin embargo, y desafortunadamente, existe otra fuente de cambio climático que son aquellas derivadas del aumento de emisiones de gases de efecto invernadero por actividades humanas, algunos ejemplos son:

- La combustión a gran escala de carbón, petróleo y gas
- La deforestación: Los árboles absorben CO_2 de la atmósfera y de este modo ayudan a regular el clima.
- La ganadería: las vacas y ovejas producen una gran cantidad de metano durante su proceso de digestión.
- El uso de fertilizantes con nitrógeno, producen emisiones de óxido nitroso.

Actualmente, se ha comprobado que las actividades humanas son una de las principales causas en el aumento de la temperatura registrada desde mediados del siglo XX, los científicos consideran que un aumento de 2°C con respecto a la temperatura de la era preindustrial es el límite, más allá del cual hay un riesgo de que comiencen a presentarse cambios catastróficos, por lo que la comunidad internacional ha reconocido la necesidad de mantener el calentamiento global por debajo de 2°C ¹⁴.

OBJETIVOS

- Reconocer la diferencia entre cambio climático y calentamiento global.
- Identificar las causas y evidencias del cambio climático.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Para iniciar la sesión, plantee a sus estudiantes las siguientes preguntas:

- ¿Alguna vez han escuchado sobre el cambio climático y el calentamiento global? ¿se refieren a lo mismo?
- Si no son lo mismo, ¿cuál es la diferencia entre cambio climático y calentamiento global?
- ¿Cuáles son las causas del aumento en la temperatura del planeta?
- ¿El cambio climático es un fenómeno natural o lo

producimos los seres humanos? ¿Por qué?

2. Solicite a los estudiantes que registren sus ideas en su cuaderno.

3. Si le es posible, retome algunas ideas, solicite la participación voluntaria de los estudiantes y regístrelas en el pizarrón o en una hoja de rotafolio, recuerde que estas ideas se recuperarán durante el desarrollo y al final de la sesión. Registre las respuestas de cada pregunta de forma individual para que sea más fácil revisarlas.

¹⁴ <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/causas-del-cambio-climatico>

4. Considere que las respuestas de los estudiantes podrían ser incorrectas, correctas o parcialmente correctas, en este caso se toman todos los comentarios, sin efectuar juicios; de este modo se sienten con confianza de participar sin señalamientos y del mismo modo se reconocen sus ideas (así mismo, puede llevarse a cabo una autoevaluación sobre cómo se percibían los conceptos previamente a la lección).

EXPLORAR

- Organice a los estudiantes en equipos de máximo 4 participantes.
- Solicite que compartan en equipo las respuestas que obtuvieron a la pregunta
¿Cómo era el clima de su localidad hace 30 años? Brinde el tiempo suficiente para que todos compartan sus anotaciones.
- Solicite que en equipo reflexionen sobre los siguientes planteamientos:
 - ¿Cómo sabemos que está ocurriendo el cambio climático?
 - ¿Por qué es importante saber que el clima de la Tierra está cambiando?
- Pida que, por equipo, realicen una reflexión final sobre las diferencias del clima de hace 30 años o más y respondan las siguientes preguntas:
 - ¿Qué diferencias hay entre el clima de hace 30 años con el clima actual?
 - ¿Qué aspectos del clima han cambiado?
 - ¿Por qué creen que pasan los cambios que pudieron identificar?
- Socialice de forma grupal, las respuestas obtenidas por los equipos.

EXPLICAR

- Recupere las respuestas de las secciones anteriores y en esta sección, pida a sus estudiantes que, en plenaria, y en sus propias palabras expliquen al grupo:
 - ¿Qué es el calentamiento global?
 - ¿Por qué la Tierra se está calentando?
 - ¿Qué causa el cambio climático?
 - ¿Cómo sabemos que está ocurriendo el cambio climático?
 - ¿Por qué importa que el clima de la Tierra está cambiando?
- Al terminar la explicación de sus estudiantes, apóyese en el texto que se encuentra en la sección de Introducción para brindarles información adicional sobre las diferencias entre el calentamiento global y el cambio climático, así como sus causas y evidencias.

Después de realizar la explicación, organice una discusión final grupal para aclarar las preguntas planteadas en la etapa de Explicar.

ELABORAR

En esta sección se retomarán los elementos que los estudiantes lograron explicar y la información que el docente proporcionó para realizar un cuadro sinóptico que les ayude a sintetizar e identificar de forma esquemática las diferencias entre cambio climático y calentamiento global.

Actividad 12. CAMBIO CLIMÁTICO, CAUSAS Y EVIDENCIAS

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

Tiempo de realización: 30 minutos

Materiales:

- Hojas blancas
- Lapicero / lápiz
- Pegamento
- Un juego por equipo de las tarjetas con **Eventos**
- Hoja con cuadro sinóptico

PROCEDIMIENTO

Organice a los estudiantes en equipos de cuatro estudiantes y proporciones en tarjetas de papel (ya sea escritos o impresos) los siguientes eventos:

EVENTOS:

• Aumento en la temperatura de la superficie	• Reducción de los glaciares y de la capa de hielo	• Aumento del nivel del mar
--	--	-----------------------------

• Eventos climáticos extremos	• Incremento del efecto invernadero por actividades humanas	• Aumento en las emisiones de GEI
-------------------------------	---	-----------------------------------

• Uso de fertilizantes con nitrógeno que producen emisiones de óxido nítrico.	• Deforestación	• Reducción de los glaciares de montaña
---	-----------------	---

- Solicite a sus estudiantes que recorten las tarjetas de papel los coloquen en la sección correspondiente del cuadro sinóptico, también puede incorporar nuevos eventos si no están en las tarjetas.

CUADRO SINÓPTICO:

CAMBIO CLIMÁTICO Se refiere a cambios significativos a largo plazo en el clima.	
CAUSAS EL CALENTAMIENTO GLOBAL (pega aquí)	EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (pega aquí)
• Aumento en la temperatura	• Reducción de los glaciares de montaña
•	•
•	•
•	•

2. Cuando los equipos finalicen, solicite que expliquen sus resultados.

EVALUAR

En esta sección, usted tendrá la oportunidad de evaluar de manera directa los aprendizajes de los estudiantes acerca del tema de diferencias entre cambio climático y calentamiento global.

1. Solicite a los estudiantes que relacionen, con líneas, la columna de las **características** de la izquierda con el **concepto** que corresponde en la columna de la derecha.

2.

Características	Concepto
Se define como todo cambio significativo en el sistema climático del planeta que permanece por un largo periodo de tiempo y puede darse por causas naturales o como resultado de actividades humanas.	Dióxido de carbono
Se refiere a la temperatura de la superficie de la Tierra	Causas del cambio climático
Gases en la atmósfera terrestre que impiden que el calor se escape, estos gases mantienen la Tierra caliente, de la misma manera que el vidrio de un invernadero mantiene su interior caliente.	Calentamiento global
Es uno de los gases que contribuyen al calentamiento del planeta.	Gases de efecto invernadero
La combustión de carbón, petróleo y gas. La deforestación. La ganadería. El uso de fertilizantes con nitrógeno	Cambio climático

CONCLUSIONES

• Los conceptos de cambio climático y calentamiento global se encuentran estrechamente relacionados, ya que el aumento en las temperaturas del planeta es la causa de los cambios en el clima, así como de los patrones relacionados al mismo (crecimiento de la vegetación, la cual es base alimentaria de muchas especies y forman parte de sus ciclos de desarrollo como la hibernación o la reproducción). La importancia de que los estudiantes diferencien los conceptos se encuentra en la aplicación y contexto década una de ellas, aunque se usan de forma similar para referirse al fenómeno que se vive en la actualidad.

NOTA PARA EL DOCENTE

Para la siguiente lección necesitará preparar con al menos un día de anticipación algunas muestras: **Preparación de muestras similares al hielo terrestre y marino.** (Página 72), que utilizará en los experimentos.

04.
CONSECUENCIAS NATURALES Y
SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



04. CONSECUENCIAS NATURALES Y SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 Consecuencias del cambio climático

➔ PARA RECORDAR...

El estado del tiempo describe las condiciones de la atmósfera en un momento y lugar determinados y el clima describe el estado promedio de estas condiciones de la atmósfera durante largos periodos de tiempo. Desde hace millones de años el clima de la Tierra ha cambiado por factores naturales, los cuales originan la variabilidad natural del clima.

A partir de la Revolución Industrial se ha modificado la composición química de la atmósfera debido al incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero. En el último siglo, el aumento en las concentraciones de CO₂ atmosférico es el principal responsable del cambio de temperatura promedio global.

Se ha demostrado la influencia humana en el calentamiento de la atmósfera y del océano, en alteraciones en el ciclo global del agua, en reducciones de la cantidad de nieve y hielo, en la elevación media mundial del nivel del mar y en cambios en algunos fenómenos climáticos extremos.

El aumento de la temperatura en el planeta es causa del cambio en el clima.

Recomendaciones

- Promueva la curiosidad de los estudiantes sobre la forma en la que está incidiendo el cambio climático global en las dinámicas y procesos de la Tierra.
- Favorezca la comprensión sobre los principales riesgos del cambio climático para los seres humanos.
- Permita que los estudiantes compartan y discutan los hallazgos y aprendizajes más importantes de las actividades experimentales, en las que se estudian algunas de las consecuencias del cambio climático.
- Favorezca la reflexión de los estudiantes en torno a cuáles serían las consecuencias del cambio climático, de no actuar a tiempo.
- Antes de efectuar la Actividad 13 (Página 71), revise cuidadosamente las instrucciones, así como las advertencias de seguridad. Con anticipación verifique que tenga todos los materiales necesarios para realizarla. En caso necesario, es posible sustituir el material indicado para efectuar el experimento, por algún otro que sea similar y cumpla con la misma función.
- Prepare las muestras semejantes al hielo terrestre y marino por lo menos un día antes de efectuar la actividad 13, siga el procedimiento descrito en la página 72.
- Al preparar la muestra de hielo marino, use solo la cantidad de sal indicada, de lo contrario, tardará más tiempo en congelarse. En caso de que la muestra de hielo marino tarde demasiado tiempo en solidificarse, le recomendamos prepararla de nuevo, emplee solo las 2/3 partes de la cantidad indicada de sal de mesa.
- Le invitamos a reciclar objetos cotidianos y usarlos como material al llevar a cabo la actividad experimental.
- Durante la actividad experimental, se sugiere que use guantes al sujetar los vasos que contienen las muestras de hielo.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo está incidiendo el cambio climático global en las dinámicas y procesos de la Tierra?

El cambio climático es una realidad, prueba de ello son los aumentos observados en el promedio mundial de la temperatura de la superficie de la tierra y del océano, lo que conduce al derretimiento del hielo marino, de los glaciares y de las capas de hielo, así como al incremento del nivel del mar, entre otros.

Un **glaciar** es una masa gruesa de hielo que se forma en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristalización de la nieve. En la Figura 1 se muestra la ubicación de algunos de los glaciares más importantes del mundo. El ritmo al que se están derritiendo se ha acelerado, lo que está provocando grandes cambios en las condiciones climáticas y biológicas de nuestro planeta.



Figura 1. Localización de los glaciares más importantes en el mundo

Como hemos visto, desde el siglo pasado, la quema de combustibles fósiles y otras actividades humanas y naturales liberaron a la atmósfera enormes cantidades de gases de efecto invernadero, que son responsables de atrapar el calor que emite la superficie. Estas emisiones han provocado que la cantidad de energía reemitida hacia la superficie aumente, los océanos, al ser los principales receptores de esta energía se calientan y por consecuencia (expansión térmica) aumentan su volumen causando un incremento del nivel del mar.

¿Cuál es el riesgo para los seres humanos?

El incremento del nivel del mar inundará tierras bajas, erosionará las costas, aumentará el contenido de sal en estuarios y manantiales, lo que origina la pérdida de los depósitos de agua dulce y la destrucción de ecosistemas importantes como pantanales y manglares. Algunas zonas geográficas, como las que se muestran en la Figura 2, son más vulnerables a la elevación del nivel del mar.

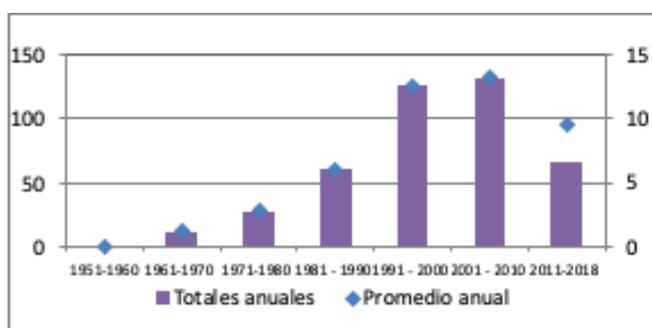


Figura 2. Zonas geográficas vulnerables a la elevación del nivel del mar

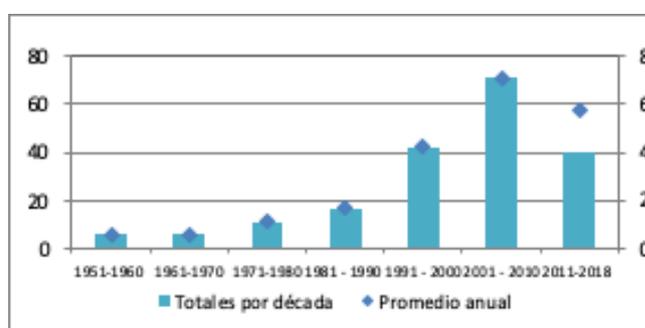
Lo anterior también aumenta el riesgo de daños en la infraestructura en casos de tormentas. La comunidad científica ha observado que el promedio global del nivel del mar ha aumentado de forma constante alrededor de 2 cm por década. Sin embargo, mediciones recientes muestran que esta tasa se ha acelerado a 3 cm, este incremento implica mayores riesgos para la población mundial asentada en zonas costeras.

La evidencia científica predice que, como resultado de algunos grados de calentamiento en el planeta, aumenta la cantidad de vapor de agua en el aire. Por ejemplo, un incremento de 3°C, y dependiendo de la humedad relativa, puede aumentar la cantidad de vapor de agua hasta un 25%. Este vapor asciende hacia las nubes y posteriormente se condensa en forma de lluvia, por lo que la cantidad de lluvia aumenta considerablemente en zonas húmedas, y causa frecuentemente inundaciones. De la misma manera, también se ha incrementado la intensidad, duración y extensión geográfica de las sequías.

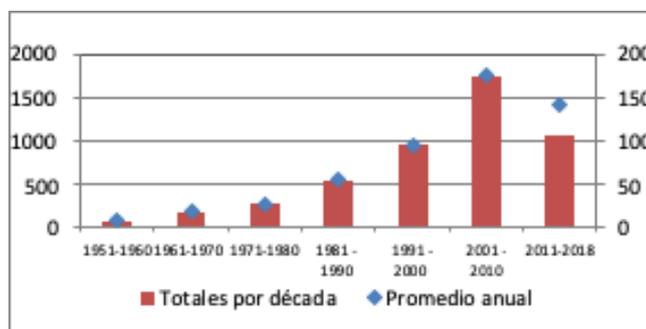
En algunas zonas frías, principalmente en el hemisferio norte, el cambio de temperatura ha llegado a ser de hasta + 3°C, lo que provoca el derretimiento de glaciares y masas de hielo. Así mismo, en algunas partes de los océanos se han detectado incrementos en temperatura de hasta 3 o 4°C, lo cual ha incrementado la probabilidad de que los huracanes que se formen sean de gran intensidad. Este tipo de sucesos se conocen como "eventos climáticos extremos"; otros eventos extremos incluyen incendios forestales, inundaciones, ondas de calor, y sequías de gran intensidad. En las siguientes gráficas se muestran los datos registrados en las últimas décadas, sobre la frecuencia de varios eventos extremos.



Incendios forestales



Olas de calor



Inundaciones

Adicional a las consecuencias del cambio climático que se mencionaron previamente, los daños a la infraestructura impactan la disponibilidad de agua potable, generan afectaciones a la salud humana y daños económicos que se espera empeoren en caso de que no se tomen medidas urgentes.

Las y los científicos estiman que las emisiones humanas de gases de efecto invernadero, desde el periodo preindustrial hasta la fecha, ya han causado un calentamiento de la superficie a nivel global de aproximadamente 1°C por encima de los niveles preindustriales, y se espera que los efectos de estas emisiones persisten durante mucho tiempo (siglos o milenios).

El aumento de temperatura está relacionado con el proceso de expansión térmica del océano, como consecuencia de este, el nivel del mar aumenta y los hielos marinos se derriten. Este proceso se presenta lentamente produciendo así un aumento de temperatura en los océanos.

Entre mayor sea el aumento de la temperatura, también serán mayores las consecuencias y los riesgos que enfrenta la humanidad ante el cambio climático. Por ello, los científicos apuntan sobre la importancia de limitar el aumento de la temperatura promedio global para finales de este siglo a solo 1.5°C y así mitigar los efectos más adversos. A continuación, abordaremos las principales consecuencias del cambio climático, de no actuar a tiempo.

¿Cuáles serían las consecuencias del cambio climático de no actuar a tiempo?

En el siguiente cuadro, se muestran los probables impactos en un escenario con un aumento de 1.5°C y en otro escenario con un aumento de 2°C.



Fuente: World Resources Institute (2018), "Half a Degree and a World Apart: The Difference in Climate Impacts Between 1.5°C and 2°C of Warming" - Copyright ID4D

Como podemos observar, aunque la diferencia es de solo 0.5°C, los impactos son significativamente más severos en el segundo escenario.

En el documento "Lo que sabemos: realidad, riesgos y respuesta al cambio climático" del Panel de Ciencia Climática de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés), se abordan las predicciones de diversos modelos climáticos donde se incluyen los escenarios de alto riesgo.

Un primer ejemplo involucra tres escenarios futuros a considerar para una comunidad en Florida, Estados Unidos. El escenario más optimista predice que el nivel del mar se elevará alrededor de 30 cm al final de este siglo, el escenario intermedio es de 60 cm. Sin embargo, la probabilidad es que el nivel del mar suba entre 60 cm y 90 cm es muy alta. Pero el escenario del caso menos probable plantea la posibilidad de alcanzar alrededor de 1.5 m de aumento del nivel del mar.

Respecto a la **temperatura global** el máximo aumento sería de alrededor de 4.5 °C a finales del siglo, que si se compara con el aumento de 5 °C que terminó con la última edad glacial, resulta alarmante. Recordemos que las emisiones de CO₂ tardan cientos de años en ser eliminadas de la atmósfera por procesos naturales, lo que en la práctica hace que no se pueda revertir el incremento en la temperatura y el cambio climático en el corto plazo. Diversos eventos extremos que sucederían una vez cada 100 años como inundaciones costeras u ondas de calor y sequías intensas que suceden una vez cada 20 años, comenzarán a verse con mayor frecuencia, quizá cada año. De continuar con el ritmo actual de emisiones este límite se alcanzaría entre los años 2030 y 2050, por ello la necesidad urgente de llevar a cabo acciones de reducción de gases de efecto invernadero.

OBJETIVOS

- Comprender los cambios en las dinámicas y procesos de la Tierra provocados por el cambio climático global.
- Identificar las consecuencias del cambio climático y sus variaciones en las últimas décadas.
- Reflexionar sobre el riesgo que representa el cambio climático para los seres humanos.
- Analizar los datos científicos que demuestran que el clima está cambiando.
- Identificar las consecuencias que afectan a todo el planeta y las sociedades.
- Reconocer cuáles son los principales riesgos del cambio climático para los seres humanos y las consecuencias que se presentarán de no actuar a tiempo.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

ENGANCHAR

1. Pregunte al grupo si han escuchado algo acerca del aumento del nivel del mar en la región donde viven, es probable que, si los estudiantes viven en regiones que no tengan costa cerca, pueda resultarles extraño este cuestionamiento, considere todas las respuestas u opiniones.
2. Para analizar lo anterior, comente con sus estudiantes que realizarán la lectura de una noticia relacionada con el aumento del nivel del mar.

la reflexión e invite a compartir con sus compañeros las ideas que expongan.

2. Comente que, el aumento del nivel del mar es una de las consecuencias que se presentan por el cambio climático, y que, para comprenderlo mejor, realizarán algunas actividades experimentales.

Reflexión

1. Una vez realizada la lectura pregunte ¿creen que esto afectará a todos, o solo a los estados costeros? ¿Por qué? Brinde tiempo suficiente para que realicen

Lectura: Aumento del nivel del mar afectará a 55 millones de mexicanos en 2050

La emisión de gases de efecto invernadero ha provocado un severo deshielo en los polos y glaciares de todo el planeta que, para mediados de este siglo, generarán un aumento alarmante del nivel del mar, efectos climáticos extremos como tormentas y la pérdida masiva de biodiversidad en la tierra y en los océanos. De acuerdo con el informe Especial sobre el Océano y la Criósfera en un Clima Cambiante, elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU, si no se revierte ya el ritmo de emisiones de efecto invernadero, habrá un colapso irreversible de las grandes masas de hielo, que provocará un incremento al nivel medio del mar, que afectará a más de 680 millones de personas de todo el mundo, que viven en zonas costeras.

“Tenemos suficiente evidencia científica para indicar que estamos en un punto crucial y, quizá, de inflexión sobre la estabilidad del funcionamiento de los diferentes sistemas climáticos. Hemos generado perturbaciones en la biogeoquímica de los océanos y en la estabilidad de las grandes masas de hielo, son alteraciones que no son transitorias y que, sin lugar a dudas, se deben al grado de influencia humana”, explicó Miguel Cifuentes, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica. Aunque el reporte del IPCC destaca que el aumento del nivel del mar afectará a países asiáticos como Tailandia, Indonesia, Bangladesh y China, en México serán afectadas al menos 55 millones de personas que viven en las zonas costeras, según la última Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Existen dos escenarios. El menos drástico es que para 2100, incluso si se logran reducir las emisiones de efecto invernadero, la elevación del nivel del mar sea de 50 centímetros. Mientras el peor escenario es que la elevación pueda superar los 100 centímetros”, puntualiza el doctor Federico Isla, del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Argentina). Este fenómeno no solo provocará inundaciones en poblaciones costeras sino que también impactará en actividades económicas como la pesca y turismo. Además, el agua marina contaminará los acuíferos, por lo que habrá más problemas para obtener y almacenar agua potable para estas poblaciones.

La organización Climate Central desarrolló un mapa mundial de riesgos por este fenómeno y señaló que para 2050 las afectaciones serán tres veces mayores que las que contemplaban otros modelos y fue publicado en *Nature Communications*. En México, las zonas con mayores daños serán las costas de Nayarit, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Sinaloa, mientras que casi un tercio del territorio de Tabasco prácticamente desaparecerá bajo el agua, incluida la zona donde actualmente se construye la Refinería de Dos Bocas¹⁵.

EXPLORAR

Actividad 13. LA FUSIÓN DEL HIELO TERRESTRE Y MARINO

Actividad sin termómetro

Nota: Esta actividad experimental se puede realizar de forma más completa si se utiliza un termómetro.

Forma de trabajo: Actividad en equipos de 4 personas

Tiempo de realización: 40 minutos

¹⁵ <https://www.aguas.org.mx/sitio/blog/noticias/item/1755-aumento-en-el-nivel-del-mar-afectara-a-55-millones-de-mexicanos-en-2050.html>

¿Sabías que el hielo marino conserva en su estructura parte de las sales que estaban disueltas en el *agua de mar*?



El *agua de mar* es salada porque contiene varias sales minerales disueltas. El cloruro de sodio, conocido como sal común o sal de mesa, representa cerca del ochenta por ciento de las sales en disolución. La cantidad de sales disueltas por kilogramo de agua de mar se denomina *salinidad del agua de mar* y varía conforme a la región. En el océano abierto la concentración de sales oscila entre 32 y 37 gramos de sal por kilogramo de agua de mar¹⁶.

Cuando se forma el hielo marino, éste llega a conservar en su estructura parte de las sales que estaban disueltas en el *agua de mar*.

El hielo terrestre se forma a partir de agua dulce, que es el agua que se encuentra de forma natural, por ejemplo, en lagos y ríos. Este tipo de agua contiene cantidades mínimas de sales minerales disueltas. El agua dulce se purifica a través de diversos procesos industriales, convirtiéndose en agua potable, la cual también contiene cantidades mínimas de sales minerales disueltas.

En esta actividad se analizará cómo influye la temperatura ambiente en la fusión del hielo terrestre y marino.

PROCEDIMIENTO

Preparación de muestras similares al hielo terrestre y marino:

Materiales:

- Un reloj
- Un sitio para congelar muestras
- Cuatro vasos dosificadores de jarabe medicinal, o bien, recipientes o tapas de plástico similares al vaso dosificador.
- Agua potable para preparar una muestra que modelará el hielo terrestre
- Sal de mesa para elaborar una muestra que modelará el al hielo marino
- Una cuchara cafetera

Preparación de una muestra que modelará al hielo terrestre

1. Vierte 10 mL de agua potable en un vaso dosificador de jarabe medicinal y rotulado como "hielo terrestre".
2. Después colócalo en el congelador para obtener el modelo del hielo terrestre.
3. Realice de nuevo este procedimiento, en otro vaso dosificador de jarabe medicinal, a fin de obtener una segunda muestra de hielo terrestre.

Preparación de una muestra que modelará al hielo marino

1. Vierte **5 mL** de agua potable en un vaso dosificador de jarabe medicinal. Después con una cuchara cafetera añade aproximadamente **0.32 g** de sal de mesa. En la Figura 3 se muestran tres formas de medir con precisión esta cantidad: una cuchara cafetera, una tapa rosca de color negro o una moneda de 50 centavos. Observa que la cantidad de sal es **pequeña**. Antes de añadir la sal de mesa, verifica que es la cantidad indicada. Rotula el vaso como "hielo marino".



Figura 3 Vaso dosificador de jarabe medicinal, cuchara, tapa de plástico y moneda con la cantidad recomendada de sal de mesa

2. Agite con precaución para disolver por completo la sal de mesa.
3. Añade agua potable hasta tener un volumen de 10 mL de disolución, es decir, añade casi 5 mL de agua para que el volumen total de la muestra de hielo marino sea de 10 mL.
4. Después coloca la mezcla en el congelador del refrigerador, para obtener la primera muestra de hielo marino.
5. Realiza de nuevo este procedimiento, en otro vaso dosificador de jarabe medicinal, a fin de obtener una segunda muestra de hielo marino.

☆ **NOTA:** Considere que la muestra de hielo marino toma más tiempo en producirse en comparación con la muestra de hielo terrestre.

Parte 1: Fusión del hielo terrestre y marino

1. Simultáneamente coloca sobre la mesa la primera muestra del hielo terrestre como la muestra del hielo marino. Es necesario que ambos vasos se encuentren bajo las mismas condiciones, por ejemplo, a la misma distancia de cualquier fuente de luz. Registre la hora al momento de colocarlos sobre la mesa.
2. Observa que el hielo se derrite (fusión). Registra el tiempo que transcurre hasta que todo el hielo se funda en cada uno de los casos y compáralo.

Parte 2: Fusión del hielo terrestre y marino cuando la temperatura ambiente se incrementa

1. Coloca en cada mano las otras dos muestras, la del hielo terrestre y hielo marino. Es necesario que ambos vasos se encuentren bajo las mismas condiciones. Cubra con las manos de manera simultánea cada uno de los dos vasos hasta que el hielo se derrita (funda) y comienza a tomar el tiempo.
2. Nuevamente observa la fusión del hielo terrestre y marino. Registre el tiempo que ha transcurrido para que todo el hielo se funda en cada uno de los casos y compárelo. De igual forma, contraste este resultado con el obtenido en la primera parte de esta actividad experimental.
3. Registre todos sus resultados y observaciones experimentales. Posteriormente lava y conserva el material.

EXPLICAR

Resultados de la actividad experimental: La fusión del hielo terrestre y marino

1. Registra el resultado de las observaciones experimentales.

	Fusión del hielo terrestre	Fusión del hielo marino	Fusión del hielo terrestre	Fusión del hielo marino
	Parte 1	Parte 1	Parte 2	Parte 2
Tiempo (min)				

2. Describe y explica estos resultados
3. En la primera parte del experimento, ¿el tiempo que fue necesario para que fundiera la muestra del hielo terrestre, fue el mismo que para el marino? ¿A qué se debe ese resultado?
4. Al cubrir con una mano los vasos que contenían las muestras de hielo, ¿el tiempo transcurrido para que sucediera la fusión, fue el mismo que al estar los vasos descubiertos? ¿A qué lo atribuyes?
5. ¿Qué efecto puede tener en los glaciares y masas de hielo marino un cambio pequeño en la temperatura promedio del planeta?

ELABORAR

ACTIVIDAD DE REFLEXIÓN

¿Cuál es el riesgo del derretimiento del hielo terrestre y marino, para los seres humanos?

1. Solicite a los estudiantes que en equipo elaboren un dibujo en una hoja de rotafolio, que muestre el riesgo para los seres humanos ocasionado por el derretimiento del hielo terrestre y marino.
2. Permita que los estudiantes compartan y expliquen grupalmente sus dibujos.
3. Guíe una reflexión grupal para establecer las implicaciones del derretimiento del hielo terrestre y marino, para los seres humanos, así como las conclusiones de la actividad.

EVALUAR

1. Mediante la lectura "Aumento del nivel del mar afectará a 55 millones de mexicanos en 2050" y la actividad experimental, los estudiantes observaron y analizaron los efectos que tiene el aumento del nivel del mar. Solicite que recuperen la respuesta que dieron a la pregunta ¿Cómo afectaría el aumento del nivel del mar a la región donde viven?
2. Pregunte a sus estudiantes si su respuesta inicial cambió después de realizar las actividades experimentales ¿Qué cambió? ¿Por qué?
3. Recuerde con el grupo que esta es solo una de varias consecuencias del cambio climático y que, aunque aparentemente no afecta de manera directa a regiones que están alejadas de las costas, es un

problema que nos concierne a todos.

4. Para finalizar, solicite a los estudiantes que redacten una reflexión acerca de esta problemática.

CONCLUSIONES

- El calentamiento global es una realidad, prueba de ello son los aumentos observados en el promedio mundial de la temperatura de la superficie de la tierra y del océano, el deshielo de las superficies de hielo oceánicas y terrestres, así como el incremento del nivel del mar. Algunas consecuencias del calentamiento global que ya están ocurriendo y que aumentarán en los siguientes años y décadas son las siguientes:

- Aumento en el nivel del mar
- Sequías, olas de calor y frío, inundaciones, tormentas, incendios forestales.
- Reducción en la disponibilidad de agua potable
- Daños a la infraestructura
- Afectaciones a la salud humana
- Daños económicos

- El cambio climático es uno de los retos más importantes que enfrenta la humanidad a nivel mundial. Debido a ello, muchos recursos económicos, humanos, institucionales y materiales se canalizan al estudio del clima y su evolución, así como de los riesgos que derivan de él y, de manera importante sobre las medidas que, como sociedad podemos implementar para reducir esos riesgos.

Para saber más

American Association for the Advancement of Science AAAS (2014). *Lo que sabemos*. Disponible en: <http://whatwewknow.aaas.org/>

Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC (2019). Calentamiento global de 1.5°C. *Resumen para responsables de políticas*. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Recurso multimedia: Aumento del nivel del mar OCE (2019) Disponible en: https://www.oce.global/animations/sea-level-rise-final/sea_level_rise.html

4.2 Qué se debe hacer ante el cambio climático

➔ PARA RECORDAR...

Es importante que tenga presente el término **Antropoceno**, ya que deja de manifiesto que las actividades humanas tienen un impacto en el medio ambiente que trascienden el tiempo geológico. El concepto de cambio climático también es importante, así como el papel que tienen los gases de efecto invernadero, y sus consecuencias.

El cambio climático es un fenómeno real que está provocando severos impactos en los procesos naturales del planeta que ponen en riesgo no solo a las poblaciones humanas sino a la viabilidad misma de la vida y los ecosistemas.

Existe suficiente consenso y evidencia científica respecto al origen antropogénico del problema y la urgencia de actuar lo antes posible para revertir los impactos del fenómeno y aminorar sus efectos en el largo plazo.

Recomendaciones

- Las imágenes de la actividad de Exploración ¿Qué son las acciones de mitigación? y ¿Qué son las acciones de adaptación?(página 78) requieren que las prepare previamente. Si tiene oportunidad también puede utilizar recursos como un proyector o laptop.

INTRODUCCIÓN

Cómo hemos revisado en los temas previos, el cambio climático es el problema ambiental más importante del siglo XXI y una amenaza para que el mundo alcance los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**, que incluyen entre otros, la disminución significativa de la pobreza, un alcance mucho más amplio de los servicios educativos y sanitarios, y el desarrollo de una economía que no comprometa los recursos de las siguientes generaciones, dando lugar a la conservación de los ecosistemas.

A nivel global se han realizado esfuerzos importantes en la intención de frenar el deterioro ambiental, por ejemplo, en 1992 se organizó la Cumbre para la Tierra, que posteriormente dio lugar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En 1995 la comunidad internacional inició negociaciones para fortalecer la respuesta mundial al cambio climático. En 1997, 83 países firmaron y 46 ratificaron el Protocolo de Kyoto (hoy son 192 los países involucrados en esta gran tarea). En la 21ª Conferencia en París de 2015, las Partes de la CMNUCC alcanzaron un acuerdo histórico con el objetivo de combatir los efectos del cambio climático y acelerar e intensificar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El 23 de septiembre de 2019 se convocó a los Estados Miembros a participar en la Cumbre sobre la Acción Climática. Un importante evento que reunió a líderes mundiales, del sector privado y la sociedad civil con la finalidad de respaldar, incrementar y acelerar el proceso multilateral en la acción climática¹⁷.

Para hacer frente al cambio climático se requiere modificar nuestros hábitos de consumo, producir energía a partir de fuentes limpias y en general, adoptar formas más sustentables de vida. Las dos estrategias que a nivel global se han concebido para enfrentar al fenómeno son la mitigación y la adaptación.

La mitigación significa disminuir la magnitud del cambio climático reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) al aumentar en cantidad y calidad los sumideros de los gases. Dado que la mayor parte de la energía empleada en el mundo proviene de la quema de combustibles fósiles, fuente principal de CO₂ habrá que reducir la demanda de petróleo, gas y carbón empleando tecnologías más eficientes.

La adaptación significa ajustar el propio comportamiento y organización de la sociedad para anticiparse a los efectos adversos del cambio climático, tomar las medidas adecuadas para prevenir o minimizar la **vulnerabilidad** y aprovechar las oportunidades que puedan surgir. Consiste, por ejemplo, en tomar medidas para garantizar el abasto de agua potable y evitar posibles daños por inundaciones o sequías; adecuar las técnicas y tipos de cultivos agrícolas a las nuevas condiciones climáticas (incluso para aprovecharlas) y auxiliar a los pobladores de zonas costeras vulnerables a marejadas, para que cambien su lugar de residencia. Se ha demostrado que una acción de adaptación temprana bien planificada ahorra dinero y ahorra vidas.

México se encuentra entre los primeros 13 países a nivel global con mayor generación de emisiones de gases de efecto invernadero¹⁸ y es uno de los países más vulnerables ante los efectos del cambio climático debido a sus características geográficas y sociales. Por lo que, en el 2012, se convirtió en uno de los primeros países en aprobar una legislación integral de cambio climático, que consta de una ley general, un programa especial sobre cambio climático, y una estrategia nacional sobre el cambio climático, en donde se abarcan medidas de mitigación y adaptación¹⁹. La legislación busca garantizar el derecho a un medio ambiente sano y a la regulación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La contribución de México a la reducción de impactos al medio ambiente consta de dos componentes principales. El componente de mitigación, en donde México establece las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el 2030 y 2050. Para el 2030, se tiene la meta de reducir el 22% de las emisiones de gases

17 ONU (2020). Cambio climático. Recuperado de: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html> consultado el 28 de septiembre de 2020.

18 CO2 Emissions per Capita - Worldometer (worldometers.info)

19 Altamirano, J.E. Ortiz Sánchez, J. Rissman, K. Ross, T. Fransen, C. Brown Solá, y J. Martínez. 2016. "Achieving Mexico's Climate Goals: An Eight Point Action Plan". Documento de Trabajo. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en línea en: <http://www.wri.org/publication/achieving-mexicos-goals>.

de efecto invernadero sobre la línea base y un 51% de las emisiones de **carbón negro**. Esto se puede lograr a través de la generación de energía limpia, sustitución gradual de combustibles fósiles, modernización del parque vehicular y aumento de transporte público masivo, alcanzar una tasa cero de deforestación y el mejoramiento del manejo forestal, entre otras.

En cuanto al componente de adaptación, la prioridad para México es proteger y aumentar la **resiliencia** de la población antes los efectos del cambio climático, como los fenómenos meteorológicos extremos y los desastres naturales. Para llevar a cabo las medidas de adaptación, México establece fortalecer la **resiliencia** en un 50% en los municipios más vulnerables, establecer sistemas de prevención y alerta, desarrollar capacidades, transferencia de tecnología y crear financiamiento para la adaptación.

Como parte de estas iniciativas, se han involucrado, además de la comunidad internacional, la comunidad científica, la sociedad civil, así como el sector educativo. Lo que ha abierto el abanico de posibilidades en torno a las acciones de intervención, de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático. El sector educativo es uno de los ejes centrales de estos esfuerzos, ya que mediante la educación, se pueden consolidar cambios de hábitos que paulatinamente lleven a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y se visibilicen que estas acciones consoliden un futuro esperanzador para la sobrevivencia y permanencia de la vida como la conocemos actualmente.

La educación en cambio climático es un medio importante para dar herramientas y estrategias desde los niveles básicos de enseñanza y a muy temprana edad. Los estudiantes acceden a conocimientos básicos sobre este fenómeno y trabajan con el liderazgo de sus docentes. Realizan actividades encaminadas al aprendizaje y a la movilización de saberes que conllevan la realización de proyectos, lo cual les permite reconocer e incorporar acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático desde muy temprana edad. Lo anterior promueve que, como futuros miembros de la sociedad, puedan aplicar estas acciones en contextos más complejos, de forma consciente e integral en beneficio de la sociedad.

OBJETIVOS

- Reflexionar sobre la importancia de actuar individual y colectivamente en acciones concretas para enfrentar los efectos del cambio climático.
- Definir los conceptos de mitigación y adaptación en el marco del cambio climático.
- Identificar acciones de mitigación y adaptación a nivel individual y global.
- Identificar algunas acciones de mitigación y adaptación, que desde el ámbito educativo ayuden a enfrentar los efectos del cambio climático.

DESARROLLO DE LA LECCIÓN

¿Cómo podemos actuar ante el cambio climático?



ENGANCHAR

Para iniciar con este tema, es importante reflexionar con los estudiantes en torno a que, si deseamos participar en algunas acciones en favor del ambiente, debemos partir por conocer el grado de afectación que nosotros mismos causamos al planeta.

1. Inicie la sesión preguntando a sus estudiantes:
 - ¿Qué tanto daño ocasionamos al medio ambiente con las actividades que realizamos?

- ¿Cómo crees que las acciones que realizamos afectan al planeta?

2. Permita que de forma individual respondan en sus cuadernos lo que consideren pertinente.
3. Solicite que en plenaria compartan las respuestas y organícese en dos grandes grupos, en **acciones individuales y colectivas**.

De ser posible, ayude a la discusión e incorpore algunas preguntas que favorezcan la reflexión; los ejemplos que a continuación se presentan podrían aplicar o no dependiendo del contexto de los estudiantes:

Para ciudades

- ¿Cada cuánto tiempo cambian de teléfono celular?
- ¿Cuántas horas utilizan la energía eléctrica para sus diferentes actividades?
- ¿Cuántas horas al día viajas en auto, autobús o camión?
- ¿En tu casa cocinan con leña o estufa de gas?
- ¿En tu casa separan los residuos sólidos?
- ¿Dejan conectados los aparatos electrodomésticos –en modo de espera– que no se usan?

Para zonas rurales

- ¿En tu casa cocinan con leña o estufa de gas?
- ¿En tu casa queman la basura?
- ¿Cuánta agua utilizas para bañarte?

Estas preguntas buscan que los estudiantes reflexionen que en mayor o menor medida todos contribuimos a generar gases de efecto invernadero y que la importancia de ser conscientes de ello nos ayudará a tomar decisiones responsables e informadas.

EXPLORAR

La siguiente actividad busca que los estudiantes analicen la manera en que nuestras actividades impactan negativamente al ambiente y tiene como objetivo identificar de forma cualitativa su huella de carbono, para reflexionar, generar conciencia, y reducirla, en caso de no poder reducirla, compensarla con otras acciones de mitigación.

Actividad 14. ¿CUÁL ES MI HUELLA DE CARBONO?

La definición generalmente aceptada de **huella de carbono** es la cantidad de dióxido de carbono, o gases de efecto invernadero, producidos como resultado de las actividades de una organización, proceso, producto o evento. En otras palabras, muchas de las actividades que realizamos generan dióxido de carbono o gases de efecto invernadero, de forma directa e indirecta. Si sumamos la cantidad de emisiones que produce nuestra actividad diaria, tendremos una idea del impacto que tenemos en el medio ambiente.

Forma de trabajo: Actividad individual

Tiempo de realización: 40 minutos

Materiales:

- Cartulina, papel bond o de estraza
- Pintura a base de agua (Algunas alternativas pueden ser pigmentos naturales o incluso café) / Pluma o plumón
- Charola para meter el pie
- Lápices de colores oscuros, crayones, lápiz o cenizas

PROCEDIMIENTO

1. La actividad se realizará de forma individual.
2. Solicite a cada estudiante que dibuje (con el plumón) o estampen (con la pintura) una huella de su pie sobre su cartulina. Esta la deberán colorear de algún color oscuro (gris o negro) como se muestra en la siguiente imagen.



3. Explique a sus estudiantes que las siguientes acciones generan gases de efecto invernadero:

- **Viajar en un automóvil:** Al transportarnos se quema combustible (gasolina o diésel). Entre más personas nos transportemos en un auto o camión la emisión se divide por el número de personas, es decir, las emisiones son menos.
- **Volar en un avión:** Al transportarnos hay quema de combustible (combustible para aviones).
- **Desperdiciar energía en nuestra casa:** Para obtener energía eléctrica se deben quemar combustibles fósiles como el gas natural y el carbón en centrales eléctricas. Algunas acciones como dejar las luces prendidas cuando no las utilizamos o dejar el cargador en el enchufe cuando no utilizamos el celular, consume energía lo que se traduce en más emisiones.
- **Comprar alimentos que vienen de lejos o son importados:** Los alimentos que viajan grandes distancias, queman una mayor cantidad de combustible (gasolina / combustible para aviones).
- **Desperdiciar agua en casa:** Para transportar el agua se usan combustibles fósiles, para generar energía eléctrica para que las bombas lleven agua hasta nuestra casa. Existen otras maneras de transportarla, como por ejemplo el uso de pipas, que estás queman combustibles y de igual manera emiten CO₂ a la atmósfera.

4. Con esta explicación, solicite a sus alumnos que escriban en la cartulina con un lápiz, pluma, plumón de color negro o gris todas las acciones que identifiquen en la que ellos mismos contribuyan a generar gases de efecto invernadero y que forman parte de su huella de carbono.
5. Una vez terminada la lista de todas las acciones que contribuyen con nuestra huella de carbono, comenzamos a pensar en formas de reducirla.
6. Para esto solicitaremos que, por equipos de 4 alumnos, coloquen en la cartulina con un color azul o verde acciones que podrían realizar para disminuir o mitigar su huella de carbono.
7. Para finalizar, indique que cada equipo compartirá las acciones que identificó con el resto del grupo.

EXPLORAR

Actividad 15. ¿CUÁLES SON LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN? Y ¿QUÉ SON LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN?

PROCEDIMIENTO

1. Para iniciar con los temas de mitigación y adaptación, plantee la siguiente pregunta:

- ¿Conocen alguna ciudad o región de nuestro país que esté muy contaminada?

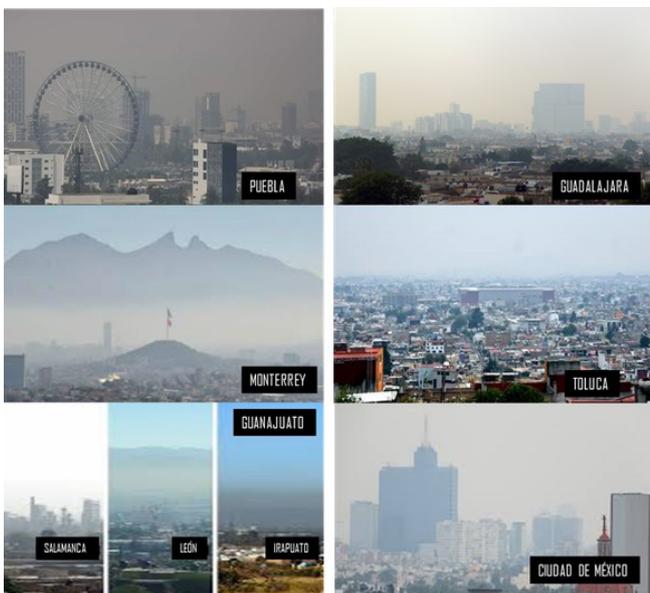
2. Escuche las ideas de todos los estudiantes y a manera de recordatorio, reflexiones con ellos que **la contaminación atmosférica o del aire**, consiste en la presencia de materia o cambios en la concentración de elementos que modifican las condiciones óptimas para el desarrollo de los seres vivos y los procesos naturales del planeta, provocando afectaciones a su salud.

La contaminación atmosférica es provocada por la presencia de diferentes sustancias que se derivan fundamentalmente por actividades antropogénicas como son la industria, el transporte, la producción de energía (mediante la quema de combustibles fósiles), la agricultura y la generación de residuos.

3. Forme equipo de 4 integrantes y muestre las siguientes imágenes a sus estudiantes:



Ubicación de ciudades más contaminadas del país



Ciudades más contaminadas del país

4. Solicite que respondan los siguientes planteamientos con base en lo observado. Dé tiempo suficiente para que en equipo reflexionen y discutan las preguntas. Solicite que anoten en su cuaderno las respuestas.

- ¿Qué características observa en las imágenes de las diferentes ciudades?
- Expliquen si consideran que se pueden realizar algunas acciones para disminuir la contaminación o si creen que ya nada se puede hacer al respecto y deben vivir con esas condiciones de contaminación.

* En caso de que la ciudad donde viven se parezca o sea alguna de estas, pregunte si conocen algunas de las problemáticas de salud o ambientales que enfrentan al vivir en estas circunstancias o si se realiza alguna acción para disminuir esta situación.

5. Al término del tiempo, pida a cada equipo que comparta con el resto del grupo sus respuestas. Enumere las ideas en el pizarrón, papel bond o en un rotafolio y diferencie sus propuestas o comentarios en dos columnas que corresponden a **acciones de mitigación** o de **acciones adaptación**. En caso de ser necesario, puede darles algunas ideas.

6. Comente a sus estudiantes que en el ejercicio que acaban de realizar se pueden diferenciar dos tipos de acciones, que son las formas en las que podemos actuar para reducir los riesgos e impactos del cambio climático en las próximas décadas.

a. La primera forma de acción es **limitar el calentamiento global**, mediante la reducción de las emisiones de CO₂ de origen antropogénico a la atmósfera o con el uso de métodos que **remuevan o disminuyan el dióxido de carbono y los contaminantes de la atmósfera**, como plantar árboles.

b. Un segundo enfoque consiste en **ajustarse a las consecuencias del cambio climático**, realizando acciones con el fin de evitar o disminuir afectaciones hacia las personas, vida silvestre o bienes que podrían estar en peligro o reducir el grado en que se ven afectados.

Escriba las características de los dos tipos de acciones en el pizarrón para que puedan analizarlas.

7. Para cierre de la actividad, recupere las definiciones del apartado de "Introducción" sobre mitigación y adaptación. Explíquelas en el aula y pregunte si aún tienen duda sobre a que se refieren, (de esta forma puede evaluar la comprensión de los dos términos) y reforzar con mayor claridad el objetivo de una acción de adaptación a partir de la siguiente actividad.

EXPLICAR

Actividad 16. ¿CUÁLES SON LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN? Y ¿QUÉ SON LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN?

Forma de trabajo: Actividad para equipos de 4 personas

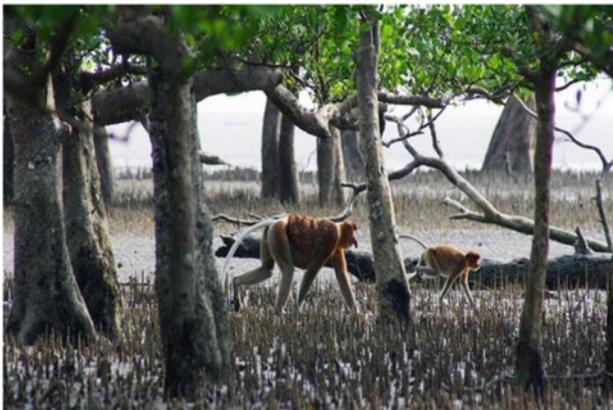
Tiempo de realización: 40 minutos

PROCEDIMIENTO

1. Solicite a los estudiantes que, con base a las actividades realizadas anteriormente, expliquen en sus propias palabras las características y objetivos de las acciones de mitigación y adaptación.
2. En equipos de 4 integrantes reparta las siguientes tarjetas informativas para analizar su contenido en términos de si las acciones implementadas son de adaptación o mitigación.

TARJETAS INFORMATIVAS PARA LA ACTIVIDAD²⁰

La restauración de los manglares ayuda a la gente y a la fauna de la bahía Gazi, Kenia



Monos narigudos (Nasalis larvatus) en peligro de extinción se alimentan en los manglares costeros de Borneo.

Los manglares naturales de la bahía Gazi, en la costa sur de Kenia, han sido explotados por muchos años. En la década de 1970, la madera se usaba como combustible industrial y para postes de construcción. Entre 1991 y 1994, se iniciaron actividades experimentales de reforestación con la participación de las comunidades locales en la siembra de las plántulas. La comunidad local de pescadores se interesó en participar porque los recursos de los cuales dependían se estaban reduciendo de manera alarmante y empeoraban sus condiciones de vida. Los dueños de cabras estuvieron de acuerdo en no llevar sus animales a pastar a los sitios recién plantados y en amarrar a sus animales hasta que los árboles ya estuvieran bien establecidos; el estudio

de Bosire et al. (2004) evaluó la riqueza de especies encontradas en los rodales reforestados, comparando el número de especies de cangrejos y peces presentes en las áreas regeneradas, en las áreas abiertas sin manglares y en las áreas relativamente poco disturbadas. Se encontró una mayor densidad de especies de cangrejos en los sitios reforestados, en comparación con los sitios naturales, aunque no se registró una diferencia significativa en la diversidad de especies de cangrejos entre sitios. Al comparar el número de especies entre sitios regenerados y áreas desnudas, sin embargo, se descubrió que los sitios reforestados habían reclutado nuevas especies. La más alta densidad de infauna se halló en los sedimentos en los sitios reforestados, con nuevos taxones. La reforestación de los manglares ha permitido la recuperación de la funcionalidad del ecosistema en términos de provisión de hábitat para la fauna bentónica y especies de cangrejos. El área se ha empezado a manejar para el turismo, y las mujeres de las comunidades locales se han incorporado al proyecto Mangrove Boardwalk. Este proyecto permite a los visitantes disfrutar de una caminata de 300 m dentro del bosque de mangle y ofrece productos de la pesca para la venta (Bosire et al. 2004; Wahinya, 2010).

²⁰ Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (2013). *La Fauna Silvestre en un Clima Cambiante*. Roma: Fao Inter-Departmental Working Group (8 mayo 2013).

La restauración de bosques secos tropicales con la ayuda de aves y mamíferos



Los tucanes (Ramphastidae sp.) son importantes agentes dispersores de semillas en los bosques neotropicales.

Las montañas del norte de Tailandia poseen bosques tropicales estacionalmente secos que probablemente se verán expuestos a condiciones de sequía extrema con el cambio climático. La tala comercial representa la principal amenaza inmediata para su conservación, ya que exagera los problemas de degradación y de fragmentación. El gobierno ha prohibido la tala, en respuesta a las amenazas, ha declarado áreas de protección para detener las actividades humanas destructivas en zonas claves. En pocos casos, la colaboración internacional ha permitido el desarrollo de prácticas de manejo para combatir la tala y la degradación de los bosques. Entre esas prácticas está la restauración de los bosques en el Parque Nacional de Doi Suthep-Pui (PNDSP), al noroeste

de Chiang Mai en la zona norte de Tailandia (Blakesley y Elliot, 2003). La zona tiene un clima monzónico con temporadas secas y húmedas muy pronunciadas. La regeneración natural de la vegetación nativa no es suficiente para revertir los procesos de degradación del bosque pues, además de la tala, experimenta condiciones climáticas diversas y la exposición a incendios durante la época seca (Blakesley y Elliot, 2003). La Unidad de Investigación para la Restauración de los Bosques (FORRU, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Chai Mai, en colaboración con el PNDSP y el departamento de Investigación Internacional en Horticultura del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, han adaptado el método de especies marco para restaurar los bosques estacionalmente secos en cuencas degradadas en las montañas del norte de Tailandia. La estructura básica y función de los bosques se restablecen rápidamente al plantar una mezcla de 20-30 especies arbóreas nativas cuidadosamente seleccionadas (tanto pioneras como clímax), entre las que se incluyan especies con frutos que atraigan frugívoros, especialmente pájaros y mamíferos. Cuando los árboles plantados producen frutos, atraen a los animales dispersores de semillas de los bosques naturales cercanos y entonces la biodiversidad se empieza a recuperar. Las excretas de los animales contienen semillas de otras especies de plantas, lo que mejora la diversidad en los sitios restaurados (Blakesley y Elliot, 2003). En vivero se hicieron experimentos para desarrollar prácticas hortícolas que permitieran optimizar el vigor y salud de las plántulas. Desde 1998, se han establecido cada año parcelas experimentales en colaboración con la comunidad indígena de Hmong que vive en el PNDSP. FORRU ha ayudado a los pobladores para que establezcan sus propios viveros comunales donde se pruebe, en condiciones de la aldea, la viabilidad de los nuevos métodos desarrollados en las parcelas de investigación (Blakesley y Elliot, 2003). El proyecto ha demostrado que la cobertura forestal se puede restaurar en laderas seriamente degradadas a 1 300 m de altitud en 3-4 años. El dosel empieza a cerrarse a finales del segundo año y está casi completamente cerrado a finales del cuarto año. Un número cada vez mayor de insectos en las parcelas plantadas atraen a potenciales dispersores de semillas, como pájaros y mamíferos con dietas mixtas. De esta forma, los sitios degradados gradualmente recuperan la composición de especies que tenía el bosque nativo original (Blakesley y Elliot, 2003).

Invasión y eliminación del coipú en Europa



El cambio climático facilita la dispersión de especies invasoras como el coipú (*Myocastor coypus*)

El coipú (*Myocastor coypus*) es un roedor grande y semiacuático nativo de América del Sur que ha sido introducido en muchas partes del mundo por su valiosa piel. Como consecuencia de animales escapados o liberados, la especie se ha establecido en muchos países de Asia, Europa y Norteamérica, donde causa un fuerte impacto en la vegetación natural, en los cultivos de los que se alimenta y daños a las riberas de los ríos y diques por su conducta excavadora. El coipú también puede afectar negativamente a especies de insectos, pájaros y peces y alterar la funcionalidad de los ecosistemas de agua dulce. Las pérdidas económicas causadas por el coipú pueden ser severas. En Italia, por ejemplo, el costo anual promedio del daño causado por el coipú excede los 4 millones de EUR y se cree que llegará hasta 12 millones

de EUR en el futuro (Panzacchi et al. 2007). La especie es una de las cien invasoras más dañinas del mundo, según el grupo de especialistas en especies invasoras de la Comisión por la Supervivencia de las Especies de UICN (Lowe et al. 2000). Para mitigar sus impactos, se busca controlar al coipú en muchas partes del mundo; de hecho, este es uno de los objetivos principales de varios programas de erradicación. Uno de los programas de erradicación más exitosos fue el de East Anglia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, en la década de 1980 (Gosling y Baker, 1989; Genovesi, 2005). El éxito de esa erradicación se facilitó por la susceptibilidad de la especie a los inviernos muy fríos, cuando la tasa de mortalidad puede exceder el 80 por ciento de la población (Carter y Leonard, 2002). Algunas poblaciones incluso colapsan completamente en inviernos muy crudos (Doncaster y Micol, 1990). Por el contrario, después de un invierno suave, las poblaciones de coipús muestran un crecimiento demográfico impresionante con tasas de supervivencia y reproducción más altas. En muchas partes de Europa y Norteamérica donde la especie ha sido introducida, el clima es continental, con inviernos fríos que limitan la expansión de la especie. Pero el calentamiento global podría hacer que los daños causados por este roedor invasor aumenten considerablemente, al fomentar el crecimiento de las poblaciones, facilitar su expansión hacia áreas que actualmente no son aptas y limitar la eficacia de los programas de control. Las consecuencias podrían ser muy severas, no solo para la diversidad biológica en los ecosistemas de agua dulce, sino también para la economía de muchas áreas rurales. Una gran invasión podría afectar también la seguridad de las personas que habitan cerca de los ríos y las corrientes. El coipú debilita las riberas de los cuerpos de agua al cavar, lo que provoca derrumbes y, en algunos casos, podría provocar inundaciones.

3. Anote en el pizarrón dos columnas, en donde escriban las respuestas de las y los estudiantes en cuanto a los conceptos de mitigación y adaptación.

Objetivos de las acciones de mitigación	Objetivos de las acciones de adaptación
Ej. Establecer límites a las emisiones de gases de efecto invernadero.	Ej. Disminuir la exposición y vulnerabilidad de la población ante los efectos del cambio climático.

4. Una vez que haya escrito todas las respuestas de las y los estudiantes de forma grupal, reflexionen sobre la importancia de las acciones de mitigación y adaptación con base en las siguientes características:

- Debemos implementar y adoptar acciones de adaptación para disminuir los impactos del cambio climático y debemos 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 implementando soluciones de adaptación y mitigación. Todos podemos hacer mucho para ayudar.
- La adaptación nos beneficiará a corto plazo, mientras que la mitigación será fundamental a largo plazo. Ambas deben ser consideradas juntas.
- Las medidas de adaptación ayudan a reducir la vulnerabilidad y/o la exposición al cambio climático, ya que reducen el riesgo de los impactos negativos.
- Podemos aplicar medidas de adaptación frente a los impactos 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.

5. Para el cierre de la actividad, brinde la oportunidad de que voluntariamente algunos y algunas estudiantes mencionen qué acciones les parecieran más interesante de las que pudieron leer en las tarjetas.

ELABORAR

Actividad 17. ¿CÓMO PODEMOS IMPLEMENTAR ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN DESDE LA EDUCACIÓN?

PROCEDIMIENTO

Con estos antecedentes, usted y su grupo tienen información relevante para reflexionar que desde nuestros ámbitos cotidianos podemos participar en acciones de mitigación y adaptación.

1. En plenaria, recupere la información de esta temática y destaque la importancia de la participación de toda la sociedad para tomar acciones y decisiones responsables e informadas que beneficien al ambiente. Uno de los puntos de discusión puede ser que todas nuestras acciones de alguna manera impactan el medio ambiente, por lo que reflexionar sobre nuestras conductas individuales y familiares pueden hacer la diferencia en favor del ambiente y lo que hagamos hoy, se verá reflejado en nuestro futuro cercano y lejano.
2. Recupere la pregunta inicial **¿Cómo podemos actuar ante el cambio climático?**
3. Divida al grupo en dos equipos, para identificar las acciones que analizaron, y si éstas son acciones de **mitigación** o de **adaptación**
4. En este momento hay suficiente información para organizar a su grupo e implementar un **programa para promover acciones de gestión ambiental** y disminuir, evitar o prevenir el impacto negativo al medio ambiente.
5. Le proponemos que organice y lleve a cabo el programa, reflexione en alguna de las siguientes alternativas, considere tres aspectos fundamentales: el contexto de su escuela, la comunidad; los intereses e inquietudes de sus estudiantes y una problemática real que pueda ser atendida con el proyecto:
 - a. Campaña de Educación ambiental (puede ser informativa con carteles o trípticos)
 - b. Cine debate (puede organizar un ciclo de cine, que incluya cine comercial, por ejemplo, *Avatar* (2009), *Wall-E* (2008), *El día después de mañana* (2004), *El Lorax* (2012), *El último camino* (2009), entre otras)
 - c. Manejo de residuos sólidos (por ejemplo, una campaña de compostaje y usar los residuos orgánicos que se generen en la propia escuela)
 - d. Manejo eficaz del agua (recolección y almacenaje de agua de lluvia, reúso del agua de los lavabos)

e. Uso eficiente de la energía eléctrica (revisar la instalación eléctrica de la escuela, dejar apagados y desconectados los aparatos que no se usen, poner carteles para que se apaguen las luces al salir de los salones o los baños)

f. El diseño de jardines o huertos escolares con material de reúso (llantas, botellas de PET (poli tereftalato de etileno), cajones de madera, entre otros)

g. Centros de acopio de cartón, papel o PET

h. Campañas para repoblar la vegetación de la comunidad con especies locales

i. Campañas para comercializar productos regionales, por ejemplo, hacer conservas

6. Esta es una buena oportunidad para hacer extensiva la invitación a toda la escuela para participar en esta actividad o incluso, a la comunidad

EVALUAR

1. Solicite a los estudiantes que lean la siguiente nota:

En 2014, la ciudad de Wecyclers en Nigeria participó en el concurso *Sustania 2014* y fue el ganador, presentó una propuesta para resolver una problemática sobre la generación de residuos sólidos, porque el gobierno solo puede recoger el 40%, el 60% restante representa un problema de salud y ambiental.

La propuesta consistió en que zonas de familias de bajos ingresos organizaron una flotilla de bicicletas que recogían y reciclaban algunos materiales (botellas, plásticos, metal) y por cada kilogramo, las familias recibían puntos, que, al juntarse, se podían canjear por alimentos, utensilios para el hogar o minutos en saldo para usar el celular.

2. Con base en la lectura organice un debate, sobre la pertinencia de este tipo de iniciativas, o qué otras opciones pudieran implementar para abordar este tipo de problemas.

Con esta propuesta, usted puede evaluar algunos de los siguientes aspectos:

- La capacidad argumentativa de las participaciones
 - El respeto por el uso de la palabra
 - La incorporación de vocabulario técnico o científico en las participaciones
 - El respeto por las opiniones de los demás
3. Considere intercalar las participaciones entre mujeres y hombres, anime y promueva la discusión.
 4. Cierre la actividad y reflexione con sus estudiantes que la participación individual y colectiva pueden hacer la diferencia en favor de mejorar las condiciones ambientales, lo que a mediano y largo plazo serán

benéficas para la sociedad en su conjunto y para el planeta.

CONCLUSIONES

- El cambio climático en México se ha acompañado de pérdidas humanas, altos costos económicos y un incremento en condiciones sociales desfavorables, como la pobreza. Es por eso que, tanto las acciones de mitigación como de adaptación deben considerarse simultáneamente para hacer frente al cambio climático. Las acciones de mitigación pueden implementarse a nivel nacional, regional, local y/o individual y tienen el objetivo de reducir el calentamiento global mediante la reducción y/o remoción de gases de efecto invernadero de la atmósfera derivadas de las acciones humanas. Mientras que las acciones de adaptación pueden ser implementadas a nivel regional, local y/o individual y son aquellas acciones que buscan reducir los riesgos, exposición y vulnerabilidad de la población y de los sistemas naturales, aumentando su resiliencia.
- La educación activa sobre el tema de mitigación y adaptación permite que los estudiantes desarrollen una conciencia ambiental y se motiven hacia un comportamiento más sustentable; los conocimientos y las aptitudes desarrolladas serán instrumentos esenciales para la aplicación de medidas eficaces de adaptación y mitigación.

GLOSARIO

Carbono negro: Elemento de un aerosol definido a efectos prácticos en términos de absorción de luz de reactividad química y/o estabilidad térmica. A veces se conoce como hollín.

Aerosol: Suspensión de partículas sólidas y líquidas presentes en el aire, de tamaño comprendido entre unos pocos nanómetros y 10 micrómetros, que permanecen en la atmósfera durante varias horas o más.

Hábitat: Es la región que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal. Se trata, por lo tanto, del espacio en el cual una población biológica puede residir y reproducirse, de manera tal que asegure perpetuar su presencia en el planeta.

Hollín: partículas sólidas de tamaño muy pequeño en su mayoría compuestas de carbono impuro, que son producto de la combustión incompleta de materiales orgánicos.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los Objetivos en 15 años.

Resiliencia: Es la capacidad que poseen las personas y/o ecosistemas para enfrentarse y adaptarse a factores perturbadores, de manera que mantiene sus funciones pese a las alteraciones. La resiliencia social es la capacidad de las comunidades humanas para resistir y recuperarse de tensiones, como cambios ambientales o trastornos sociales, económicos o políticos. La resiliencia en las sociedades y los ecosistemas que sustentan la vida es fundamental para mantener las opciones para el desarrollo humano futuro.

Vulnerabilidad. Se refiere a la propensión de los sistemas sociales y ecológicos a sufrir daños por la exposición a tensiones y factores externos. La investigación sobre la vulnerabilidad puede, por ejemplo, evaluar qué tan grande es el riesgo de que las personas y los ecosistemas se vean afectados por los cambios climáticos y qué tan sensibles serán a tales cambios. La vulnerabilidad a menudo se denota como el antónimo de resiliencia.

ANEXO A



ATMÓSFERA



Descripción del grupo:

Uds. son la atmósfera, los gases que envuelven nuestro planeta. Tienen el carbono en forma de dióxido del carbono y otros gases. El dióxido del carbono es un gas invernadero, que ayuda a mantener la temperatura del planeta.

Ubicación en el escenario:

En la atmósfera.

Opciones para el movimiento del carbono:

1. el agua
2. los árboles

Líneas del guión:

Soy la atmósfera y

1. Estoy dando el gas de dióxido de carbono al agua. Se disolverá en el agua.
2. Estoy dando el dióxido de carbono a los árboles para la fotosíntesis.

ALGAS



Descripción del grupo:

Uds. son unas algas, las plantas que viven en el agua y que no tienen raíces, tallos, ni hojas como los árboles y arbustos. Obtienen el dióxido de carbono del agua que les rodea para hacer la fotosíntesis.

Ubicación en el escenario:

En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:

1. el agua
2. los sedimentos y las rocas
3. los caracoles marinos

Líneas del guión:

Soy unas algas y

1. Estoy dando el carbono al agua cuando me muero y me descompongo y cuando respiro.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y las rocas porque cuando me muero, algo del carbono que se encuentra en mis estructuras se incorpora a los sedimentos, que pueden convertirse en roca.
3. Estoy dando el carbono a los caracoles marinos porque utilizan sus bocas para rasparme de las rocas y comerme.

AGUA



Descripción del grupo:

Uds. son el agua de nuestro planeta. El dióxido de carbono se disuelve en el agua y permite que las algas efectúen la fotosíntesis y ayude a los caracoles marinos y otros animales a hacer sus caracoles y esqueletos.

Ubicación en el escenario:

En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:

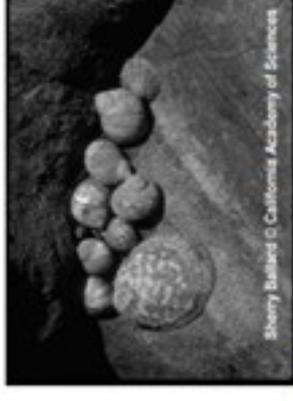
1. las algas
2. los caracoles marinos
3. la atmósfera

Líneas del guión:

Soy agua y

1. Estoy dando el dióxido del carbono disuelto a las algas para la fotosíntesis.
2. Estoy dando el carbono a los caracoles marinos para ayudarles a construir sus conchas
3. Estoy tomando el dióxido del carbono disuelto y devolviéndolo a la atmósfera como el gas dióxido de carbono.

CARACOLES MARINOS



Descripción del grupo:

Uds. son unas lapas, un tipo de caracol marino que vive en el océano y se alimenta de algas. Tienen el carbono en su cuerpo y en su concha.

Ubicación en el escenario:

En el océano.

Opciones para el movimiento del carbono:

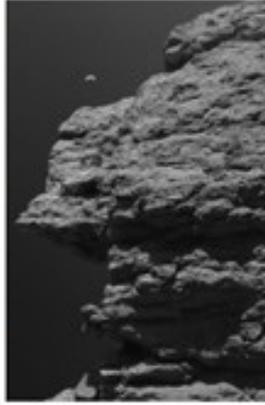
1. el agua
2. los sedimentos y las rocas

Líneas del guión:

Soy un caracol marino y

1. Estoy dando el carbono al agua cuando respiro y cuando me muero y me descompongo.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y las rocas porque cuando me muero, mi concha dura que contiene carbono se hunde al fondo del océano y se convierte en parte del sedimento, que luego puede convertirse en roca.

SEDIMENTOS Y ROCAS



Descripción del grupo:

Uds. son los sedimentos y las rocas de nuestro planeta. Muchos sedimentos y rocas contienen el carbono proveniente de plantas y animales muertos, o a partir de reacciones químicas.

Ubicación en el escenario:

En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:

1. el agua
2. la atmósfera

Líneas del guión:

Soy los sedimentos y las rocas y

1. Estoy dando el carbono al agua porque cuando estoy desgastada y erosionada, mi carbono fluye al agua.
2. Estoy dando al carbono a la atmósfera en una furia rápida porque los volcanes entran en erupción y devuelven el carbono de las rocas a la atmósfera.

ÁRBOLES



Descripción del grupo:

Uds. son los árboles de nuestro planeta. Tienen el carbono en sus estructuras y utilizan el dióxido del carbono de la atmósfera para hacer la fotosíntesis.

Ubicación en el escenario:

En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:

1. la atmósfera
2. los sedimentos y las rocas
3. las orugas

Líneas de guión:

Soy un árbol y

1. Estoy dando el carbono a la atmósfera cuando respiro y cuando me muero y me descompongo.
2. Estoy dando el carbono a los sedimentos y a las rocas porque cuando me muero, puedo ser enterrado en los sedimentos y convertirme lentamente en parte de las rocas.
3. Estoy dando el carbono a las orugas porque me han comido y utilizarán mi carbono para obtener energía o para producir las estructuras de su cuerpo.

ORUGAS

**Descripción del grupo:**

Uds. son unas orugas, la etapa larval de las mariposas. Tienen el carbono en sus cuerpos, que obtiene por alimentarse de comida rica en carbono como las hojas.

Ubicación en el escenario:

En la tierra.

Opciones para el movimiento del carbono:

1. la atmósfera
2. los sedimentos y las rocas

Líneas del guión:

Soy una oruga y

1. Estoy dando carbono a la atmósfera porque cuando respiro, exhalo el dióxido del carbono hacia la atmósfera.

2. Estoy dando carbono a los sedimentos y a las rocas porque cuando me muero puedo ser enterrada y una parte del carbono de mi cuerpo puede convertirse en parte de los sedimentos.



**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

.....

Tema 1

- Black, P. J, D. William. 2009. Developing the theory of formative assessment. En: *Educational Assessment Evaluation and Accountability*. February 2009.
- Joke van Velzen. (2016). *Metacognitive Learning: Advancing Learning by Developing General Knowledge of the Learning Process*. Suiza: Springer.
- Metz, 1998; Treagust, 2007. Citados en: Skamp, 2012. *Teaching Primary Science Constructively*. Thomson Learning Australia. 4th Edition. 554 pp.
- Shavelson, R. J., D. B. Young, C. C. Ayala, P. R. Brandon. 2008. On the Impact of Curriculum-Embedded Formative Assessment on Learning: A Collaboration between Curriculum and Assessment Developers. En: *Applied Measurement in Education*. October 2008.

Tema 2

- Calacademy (2020). Diciembre (2020). Un Juego de Rol del Ciclo del Carbono. <https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/un-juego-de-rol-del-ciclo-del-carbono>
- Camilo Ruiz Méndez. (2018). El ciclo de carbono. 2020, de MOOC "Concienciación y capacitación en materia de cambio climático" Sitio web: <https://youtu.be/J56rPgdEbVA>
- Camilloni, I. (s.f.). Gases de efecto Invernadero. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/GasesEfect.htm>
- Centre for Development, Environment and Policy. (2020). Unit 1 The Earth System and its Components. Sept 2020, de SOAS University of London Sitio web: https://www.soas.ac.uk/cedep-demos/000_P500_ESM_K3736-Demo/unit1/page_15.htm
- Gil, S. (2006) Física de la atmósfera. Buenos Aires, Argentina.
- Khan academy. (2020). Biogeochemical cycles review. Sept 2020, de Khan academy Sitio web: <https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-ecology/hs-biogeochemical-cycles/a/hs-biogeochemical-cycles-review>
- NOAA. (s.f.). Greenhouse Gases. Recuperado el 1 de octubre de 2020, de <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/greenhouse-gases.php>
- The Regents of la Universidad de California. (2018). *Energy Flow In the Atmosphere*. Sept 2020, de Lawrence Hall of Science Sitio web: <http://www.globalsystemsscience.org/studentbooks/ef/ch6#page=43>
- USGS. (2020). El Ciclo del Agua, *The Water Cycle, Spanish*. 2020, de *Water Science School* Sitio web: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Tema 3

- Caitlyn K., Rebecca L. ¿Cuál es la diferencia entre el calentamiento global y el cambio climático? 2018 NOAA, Climate.gov, 2020 <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/%C2%BFcu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-el-calentamiento-global-y-el-cambio-clim%C3%A1tico>
- Dirección General de Comunicación Social, **Boletín UNAM-DGCS-493, Ciudad Universitaria**. 24 de julio de 2016. **Elda Luyando López**. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_493.html#:~:text=La%20desaparici%C3%B3n%20de%20los%20lagos,la%20intensidad%20de%20las%20lluvias.
- Caitlyn K., Rebecca L. ¿Cuál es la diferencia entre el calentamiento global y el cambio climático? 2018 NOAA, Climate.gov, 2020 <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/%C2%BFcu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-el-calentamiento-global-y-el-cambio-clim%C3%A1tico>
- Global climate change vital signs of the planet, Causes of climate change. <https://climate.nasa.gov/causes/>
- Global climate change vital signs of the planet, Climate change: how do we know? <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Global climate change vital signs of the planet, The effects of climate change. <https://climate.nasa.gov/effects/>
- NASA, Climate Kids 2020 ¿Cómo sabemos que el clima está cambiando? <https://climatekids.nasa.gov/climate-change-evidence/>
- UNAM (2020). Climas del mundo, tomado de http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/climas_del_mundo/ consultado 21 septiembre 2020.

- UQx DENIAL101x Making Sense of Climate Science Denial (2015, mayo 4), UQx DENIAL101x 2.4.4.1 Climate change vs global warming
- https://www.youtube.com/watch?time_continue=392&v=HAF9jl6fupA&feature=emb_title

Tema 4

- Altamirano, J.E. Ortiz Sánchez, J. Rissman, K. Ross, T. Fransen, C. Brown Solá, y J. Martínez. 2016. "Achieving Mexico's Climate Goals: An Eight Point Action Plan". Documento de Trabajo. Washington, DC: World Resources Institute. Disponible en línea en: <http://www.wri.org/publication/achieving-mexicos-goals>.
- Fuentes de los factores de emisión
 - https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf
 - <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
 - https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/huellacarbonomapama2016_tcm30-481650.pdf
 - <http://www.fao.org/3/i3437s/i3437s04.pdf>
- Gobierno de México. (2015). Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. INECC. Sitio web: https://www.inecc.gob.mx/dialogos/dialogos1/images/documentos/2015_indc_esp.pdf
- INECC. 2018. Acciones de mitigación propuestas hacia 2030. Resumen Informativo. Ciudad de México. Sitio web: <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/material/Mitigacion.pdf>
- Office for Climate Education, París, 2019. "El clima en nuestras manos - El océano y la criósfera, manual para docentes de primaria y secundaria".
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. (2013). La Fauna Silvestre en un Clima Cambiante. Roma: FAO Inter-Departmental Working Group (8 mayo 2013). <http://www.fao.org/3/i2498s/i2498s05.pdf>

Este manual fue adaptado por Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C para México, con la colaboración del Centro Mario Molina. Y está compuesto por 4 temas:

- La metodología indagatoria y vivencial en la comprensión y el aprendizaje
- Los componentes del sistema climático
- Procesos que influyen sobre los cambios en el clima
- Consecuencias naturales y sociales del cambio climático

Descripción del contenido del recurso. El Cambio Climático es el reto ambiental más importante que presenta la sociedad en el Siglo XXI. Para enfrentarlo, resulta necesario comprender cuáles son sus causas y consecuencias, así como las acciones necesarias para mitigarlo y, en consecuencia, adaptarse ante los cambios que ya se presentan. Para esto, es necesario incorporar a todos los sectores de la sociedad en la construcción de soluciones que consideren la prosperidad humana a través de mecanismos de desarrollo que sean seguros para los sistemas de soporte terrestres. Esta necesidad de crear capacidades para mitigar las emisiones de efecto invernadero y adaptarse a los efectos del cambio climático, es el motivo por el que el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (Innovec) y el *Office for Climate Education* (OCE) unen sus esfuerzos a través del proyecto América Latina para la Educación Climática (ALEC) en México, cofinanciado por el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM) con el objetivo de crear un conjunto de recursos educativos de calidad, en español, interdisciplinarios y libres de derechos de autor para profesores y capacitadores, basados en tres informes principales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.



PROYECTO IMPLEMENTADO POR



CON EL APOYO DE

