



COMBUSTIBLES FÓSILES Y SU RELACIÓN CON EL CALENTAMIENTO GLOBAL

Guía de taller

Calentamiento global

Descripción

Los combustibles fósiles representan la principal fuente de energía que impulsa las actividades cotidianas satisfaciendo a la población. Sin embargo, sus reservas son limitadas al tratarse de un recurso no renovable, y su uso constante ha contribuido a la alta emisión de gases de efecto invernadero, los cuales en altas concentraciones alteran los procesos atmosféricos que regulan la temperatura en el planeta.

La preocupación de los especialistas en encontrar soluciones ante esta problemática no sólo depende del conocimiento científico y de las investigaciones por parte de las instituciones pertinentes, sino, también, de hacer partícipe a la población para generar acciones individuales, valores sociales y políticas gubernamentales, que contribuyan a la reducción del impacto del clima en la vida cotidiana, identificando e implementando nuevas estrategias para la estabilidad de los sistemas naturales y humanos.

En esta guía trataremos el tema *Calentamiento Global* explicando las causas que han desencadenado un aumento en la temperatura del planeta, tal es caso del incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera asociados a este fenómeno, que se debe, en gran parte, a la contaminación antropogénica.

Se definirán los conceptos de combustible fósil, combustión, gases de efecto invernadero, efecto invernadero, calentamiento global (CG) y cambio climático (CC). Además, se explicará la diferencia entre Calentamiento Global y Cambio Climático, se darán a conocer algunas de las soluciones ante el calentamiento global y se llevarán a cabo dos actividades que apliquen lo abordado acerca de combustibles fósiles y efecto invernadero.

Objetivos

- Explicar los conceptos de combustible fósil, combustión, gases de efecto invernadero, efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático.
- Mostrar la relación entre los combustibles fósiles y el calentamiento global.
- Identificar la diferencia entre calentamiento global y cambio climático.
- Conocer algunas de las causas antropogénicas del calentamiento global actual.
- Conocer la relación entre el calentamiento global y las Ciencias de la Tierra.
- Exponer algunas soluciones de carácter individual, social, institucional y gubernamental ante el calentamiento global.
- Presentar cómo se aborda el tema en los libros de la SEP y el grado al que corresponde.

Conceptos

- *Combustible fósil*: Recurso extraído de la corteza terrestre, conformado por una mezcla de hidrocarburos (compuestos orgánicos de carbono e hidrógeno) en estado sólido, líquido o gaseoso. De acuerdo a la Figura 1, dichos hidrocarburos corresponden a restos de plantas y otros organismos (A) que se depositaron en el fondo marino (B) y quedaron sepultados por millones de años, sometidos a altas condiciones de presión y temperatura que dieron lugar a su transformación (C). Por su baja densidad, estos materiales ascienden hacia la superficie (D), acumulándose en rocas porosas que encuentran a su paso (E), posteriormente son extraídos bajo el mecanismo más adecuado de acuerdo al tipo de yacimiento (F). El hecho de que estos hidrocarburos se formen dentro de un rango de cientos de miles a millones de años, los hace un recurso no renovable.

El destino principal de los combustibles fósiles es la producción de energía. Tal es el caso de las centrales termoeléctricas (Fig.2), donde queman dichos combustibles para generar vapor, el cual impulsa la energía eléctrica a partir de energía térmica. Al tratarse de un proceso de combustión, esto genera grandes emisiones de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera, que contribuyen a un efecto invernadero amplificado, y, por lo tanto, a un calentamiento global, como se verá más adelante.

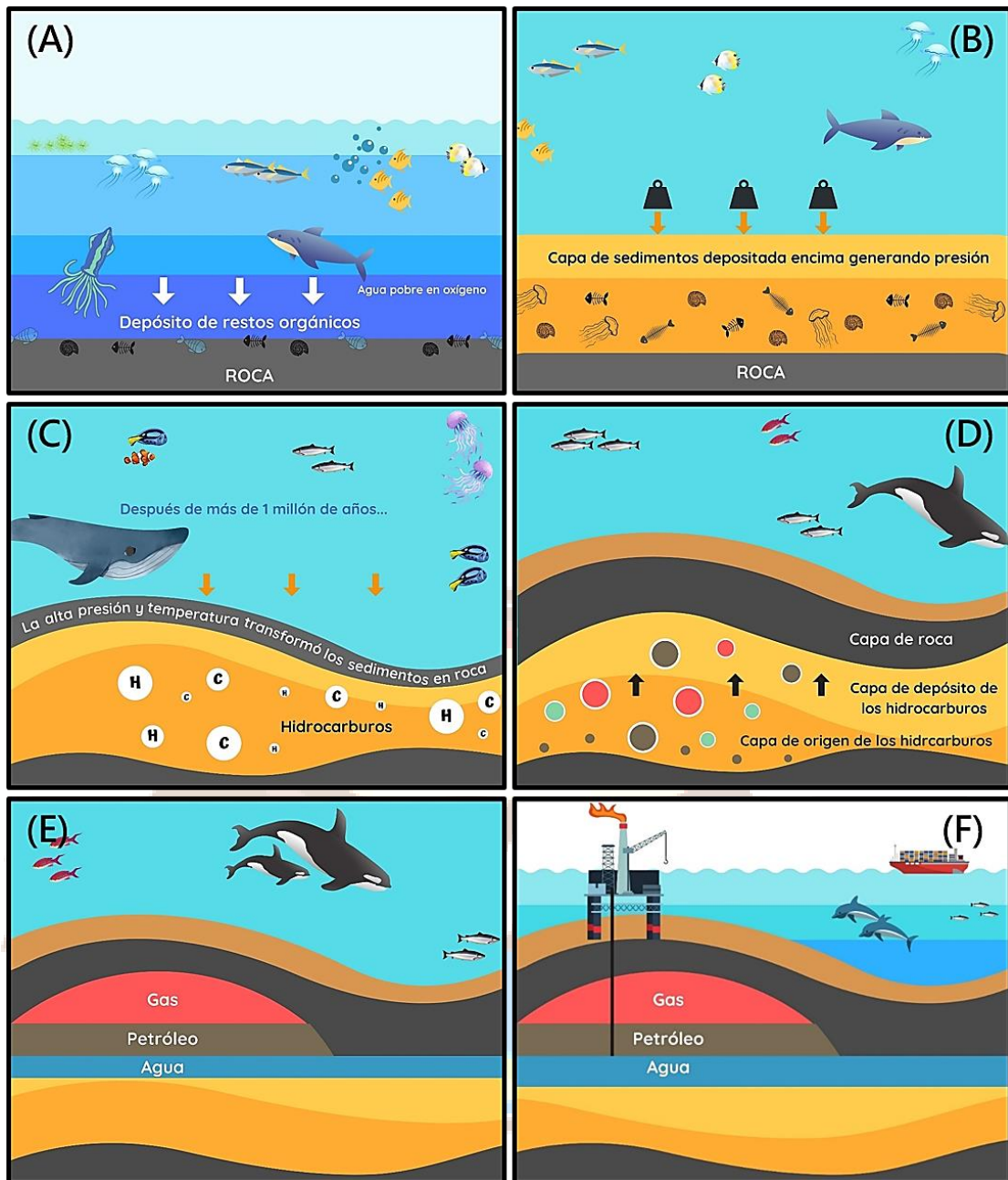


Figura 1. Proceso de formación de combustibles fósiles.

Los combustibles fósiles son procesados en refinerías, en donde se obtienen los derivados del petróleo, como: gasolina, plásticos, fertilizantes, plaguicidas, entre otros.



Figura. 2. Central Termoeléctrica de Huexca, Morelos.

Actividad 1

Dentro de los objetos que tienes en casa, elige siete que provengan del procesamiento de combustibles fósiles y siete que no. Para realizarlo se puede utilizar la información de las siguientes ligas como apoyo: <http://objetos.unam.mx/quimica/hidrocarburos/index.html> y <http://profesores.fi-b.unam.mx/l3prof/Carpeta%20energ%EDa%20y%20ambiente/Petroleo%20y%20Derivados.pdf>. Al finalizar la actividad discute con tu familia, compañeros y profesor si ellos identifican otros objetos provenientes o no de los combustibles fósiles.

- *Combustión:* Reacción química que se lleva a cabo cuando un combustible (conformado por átomos de carbono e hidrógeno) se queman en presencia de oxígeno, produciendo dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y energía.



Reacción que representa el fenómeno de combustión. Los subíndices "x" entre paréntesis representan el número de carbonos e hidrógenos correspondientes en cualquier hidrocarburo.

Desde la revolución industrial, el uso de combustibles fósiles se convirtió en la principal fuente de energía con la invención de la máquina de vapor en 1712 que funcionaba con carbón o madera, con el fin de facilitar el trabajo, hasta la creación del motor de combustión interna que resultó más práctico utilizando petróleo. Y aunque representaron un avance en la eficiencia

industrial, el día de hoy vivimos las consecuencias del uso prolongado de dichos combustibles por el exceso de gases de efecto invernadero en la atmósfera de nuestro planeta.

- *Gases de efecto invernadero (GEI)*: Son los gases atmosféricos que interactúan con la radiación proveniente del Sol, transportan el calor desde la atmósfera hacia la superficie terrestre y participan en el efecto invernadero. Dichos gases son (Figura 3): agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), clorofluorocarbonos (CFC) óxidos de nitrógeno (NO_x) y ozono (O_3).



Figura 3. Gases de invernadero que persisten en la atmósfera, y que por acción humana las emisiones han ido incrementado.

Entre las principales fuentes emisoras de gases de efecto invernadero se encuentran: la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y sus derivados, utilizados en la industria energética. También la deforestación, la industria, la urbanización, y la producción ganadera, producen grandes cantidades de GEI.

¿Pero por qué la deforestación? El hecho de remover grandes extensiones de bosques y selvas no implica una emisión de CO_2 , a menos que ésta haya sido quemada, sino que la vegetación funge como un agente muy importante de captación de dicho gas, pues al realizar la fotosíntesis,

absorbe el dióxido de carbono para, finalmente, producir su alimento y enriquecer el aire de O_2 . Y no sólo la vegetación realiza este proceso, grandes masas de plancton en el océano también se encargan de asimilar el dióxido de carbono. Si tanto la vegetación como el plancton se preservan, mantendrán en lo posible, una atmósfera estable.

- *Efecto invernadero (EI)*: Fenómeno natural a partir del cual nuestro planeta se calienta y proporciona un balance energético en la atmósfera. Los GEI se calientan y emiten radiación infrarroja, parte de ésta es expulsada al espacio, y otra parte es devuelta a la superficie terrestre, siendo así un suministro de calor adicional al que proporciona directamente el Sol. Si la Tierra emite la misma cantidad de radiación de la que absorbe, su mantenimiento energético y temperatura permanecen en equilibrio, lo cual corresponde al efecto invernadero. Sin embargo, en la actualidad, este fenómeno está siendo alterado o amplificado por el aumento en las emisiones de los GEI, lo que al mismo tiempo incrementa la temperatura en la atmósfera y superficie terrestre debido a la retención de la radiación que provocan las altas concentraciones de dichos gases.

El efecto invernadero actual o amplificado, a su vez, provoca un calentamiento global amplificado, como se muestra en la Figura 4. El lado (A) de la figura muestra el caso natural tanto del efecto invernadero como del calentamiento global, y en el lado (B) la amplificación, o alteración, de dichos fenómenos, observando que la flecha de color naranja representa el calor retenido por los gases, el cual no puede ser emitido de vuelta al espacio en su totalidad.

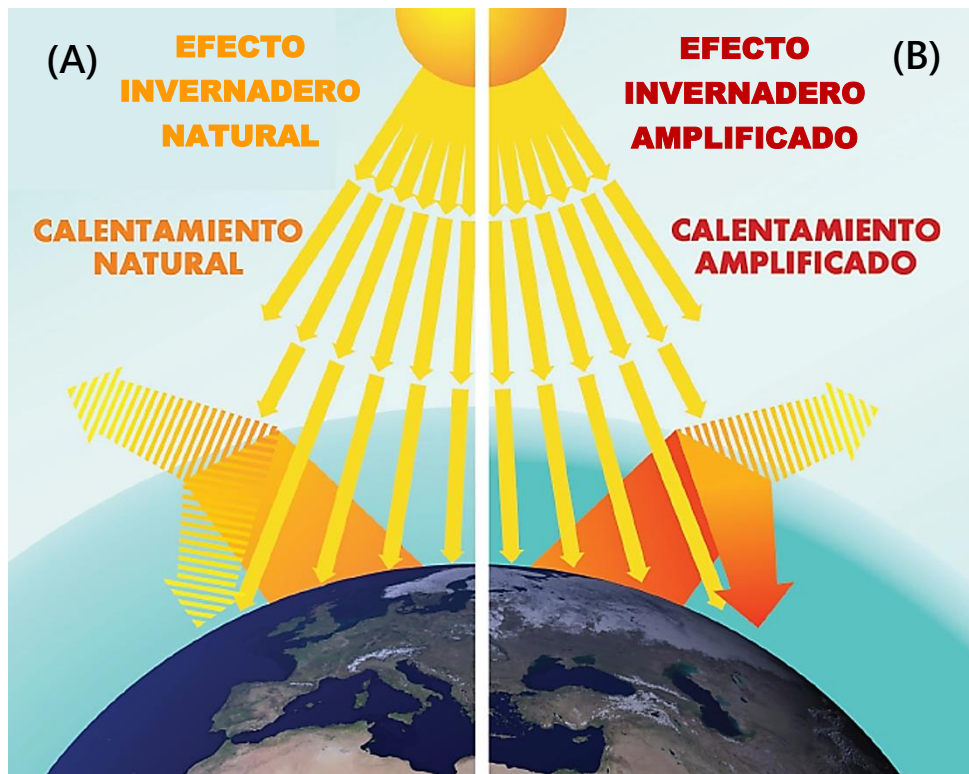


Figura 4. Ilustración del efecto invernadero natural (A) comparado con el efecto invernadero actual o amplificado (B), que a su vez provoca un calentamiento global amplificado.

- *Calentamiento global:* Se refiere al aumento de la temperatura media de la superficie terrestre. La Tierra ha experimentado otros calentamientos naturales, sin embargo, el día de hoy este fenómeno debería llamarse *calentamiento global actual o amplificado*, pues sus causas son debidas principalmente a los agentes contaminantes producidos por la actividad humana.

La gráfica de la Figura 5 muestra una evidencia en el incremento de la temperatura media global de la superficie desde el año 1880, con algunas variaciones década tras década, pero destacando un crecimiento exponencial hasta el presente año 2020.

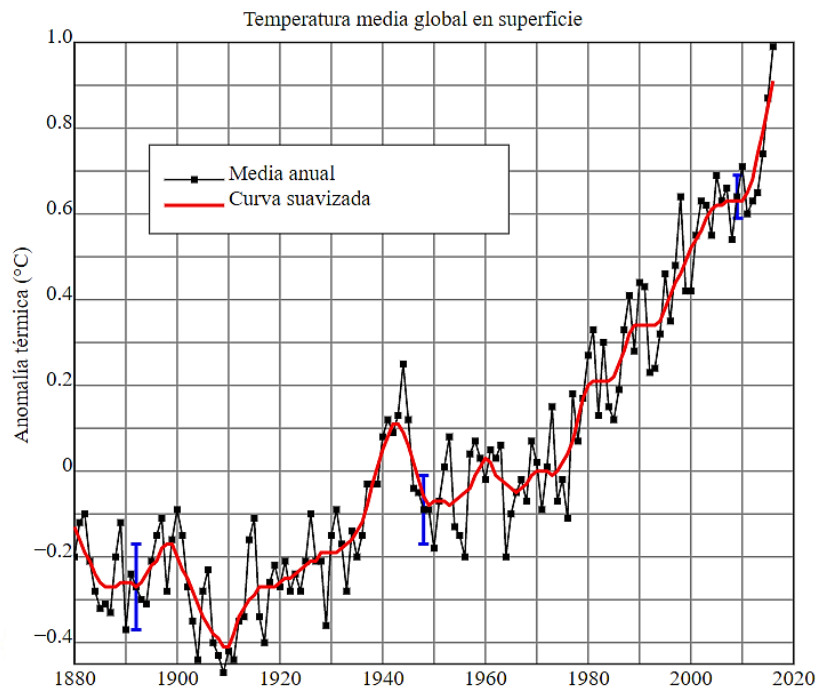


Figura 5. Gráfica de la temperatura media global en la superficie, que compara las variaciones térmicas en relación a los datos desde el año 1880 al 2020.

Actividad 2

Materiales:

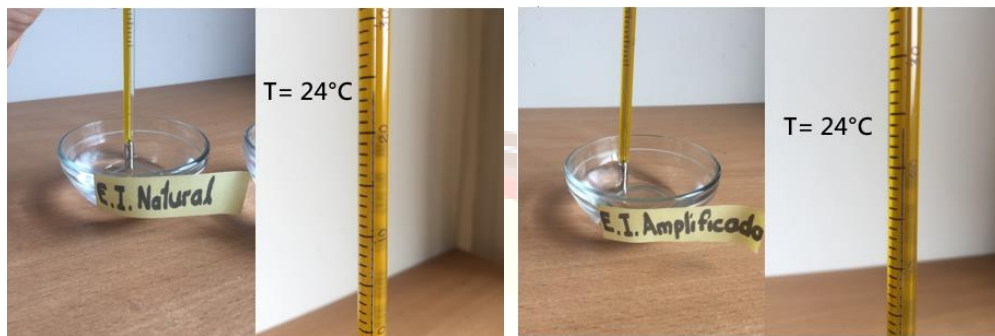
- Dos recipientes pequeños transparentes de cristal.
- Dos recipientes medianos transparentes de cristal.
- Un recipiente amplio transparente de cristal.
- Agua a temperatura ambiente.
- Termómetro.
- Papel.
- Cinta adhesiva.
- Plumón.

Procedimiento:

1. Se agrega el agua en ambos frascos hasta la mitad de su capacidad. Uno se rotula con el nombre "E. I Natural" y otro con el nombre "E. I Amplificado" con ayuda del papel y la cinta adhesiva.



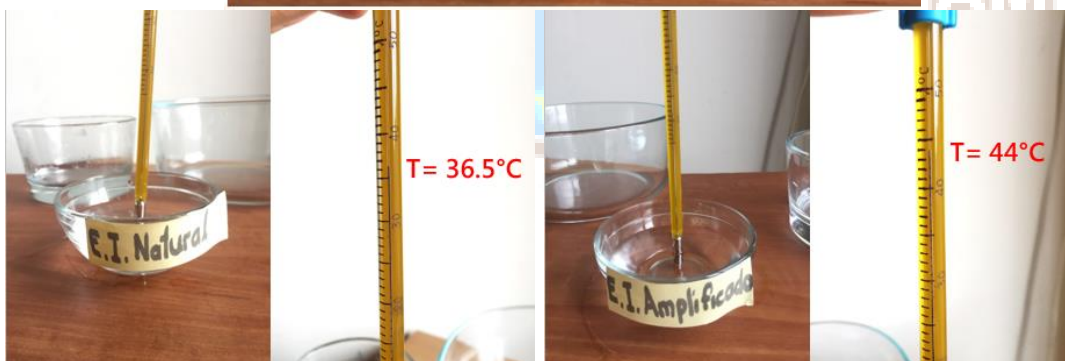
2. Se mide la temperatura inicial en ambos recipientes registrándola en alguna libreta.



3. Se colocan sobre una superficie plana. El recipiente con el nombre "E. I. Natural" se cubre con uno de los recipientes medianos de tal forma que quede bien cubierto, y el que lleva el nombre "E. I. Amplificado" se cubre con el otro mediano y con el recipiente amplio, de tal forma que ambos cubran bien al que contiene el agua.



4. El montaje se deja expuesto bajo la radiación solar por 4 horas. Pasado el tiempo se vuelve a medir la temperatura del agua, registrándola en la misma libreta donde se anotaron las temperaturas iniciales.



Explicación:

El montaje del recipiente "E.I. Natural" representa las condiciones regulares del fenómeno, pues el recipiente mediano que cubre al pequeño, funge como la capa de gases de efecto invernadero que atrapa la radiación calentando la superficie. Mientras que el montaje "E.I. Amplificado", registró la mayor temperatura, pues el recipiente mediano sumado al recipiente amplio, atraparon y retuvieron más calor

transmitiéndolo en el agua, simulando con esto, no sólo la capa de GEI, sino, también, un incremento en la concentración de estos en la atmósfera que provocan una temperatura más elevada, ejemplificando el calentamiento global amplificado mencionado anteriormente.

- *Cambio climático:* Fenómeno que implica la variación en el clima que perdura por periodos prologados de tiempo. Incluye al calentamiento global y a otros efectos causados por el mismo, como el incremento en la formación de huracanes, tormentas de lluvia más severas, derretimiento de glaciares, entre otros (Figura 6).

De esta forma se puede relacionar al calentamiento global tan solo como un síntoma del cambio climático, pues intervienen otros factores tanto naturales como antropogénicos que también son parte de dicho cambio.

Un cambio de temperatura en el planeta, como tal, no tendrá el mismo impacto en la sociedad como lo tendrá el cambio climático, pues este implica efectos secundarios como: cambios en el nivel del mar, afectando poblaciones cercanas a las costas, la reducción de glaciares de montaña que surten de agua potable a millones de personas y las actividades primarias como la agricultura, etc., que suponen un mayor impacto para la sociedad.

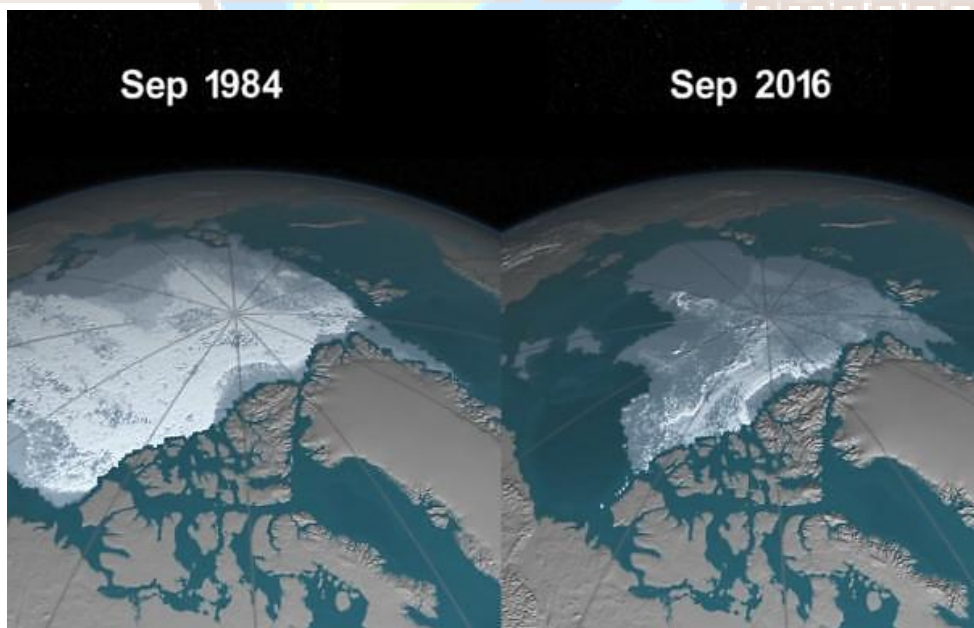


Figura 6. Imágenes emitidas por la NASA, haciendo evidente el derretimiento de glaciares en el Ártico, transcurridos 32 años desde 1984.

Causas del calentamiento global por actividades humanas

El calentamiento global actual está influenciado por causas naturales y antropogénicas, es decir, debidas a la actividad humana.

El transporte, producción y consumo de electricidad, incendios forestales provocados, producción industrial y consumo masivo de materiales, son algunas de las acciones que directa o indirectamente provocan la emisión de CO_2 y aumentan la concentración del mismo en la atmósfera, pues la funcionalidad de dichas acciones deriva de la quema de combustibles fósiles (Figura 7).

La producción ganadera es la principal responsable de las altas emisiones de gas metano (CH_4), producto de la materia fecal del ganado. Los residuos orgánicos, al descomponerse, también emiten este gas, y en grandes cantidades, considerando que son el tipo de desechos generados en más de un 50% del total de residuos (Figura 8).



Figura. 7. Fuentes emisoras de gases de efecto invernadero (GEI) resultado de las actividades humanas.

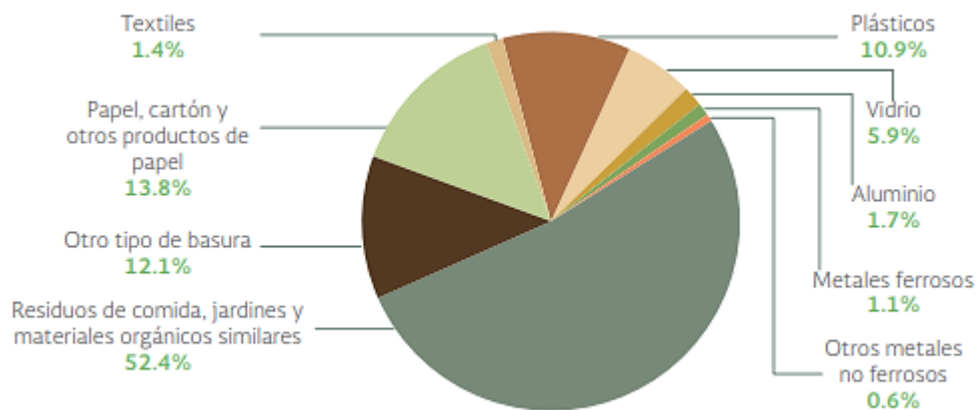


Figura 8. Gráfica que muestra los porcentajes de los distintos tipos de Residuos Sólidos Urbanos generados en México en el año 2012.

Algunas soluciones para llevar a cabo:

De carácter social, institucional y gubernamental:

- Asegurar que las políticas públicas acompañen la transformación de la economía hacia un consumo bajo de carbono.
- Implementar estrategias para hacer frente a los impactos del clima que ya no se pueden evitar (Inversión en energías limpias, mapas de riesgo, adaptación a nuevos escenarios climáticos, arquitectura sustentable).
- Implementar un programa de educación sobre el Calentamiento Global para todos los estudiantes, también disponible para el personal, los residentes y las empresas de la ciudad.
- Comunicar e informar objetivamente a la ciudadanía del problema y las consecuencias de éste.
- Sensibilizar a la población y al gobierno para tomar conciencia del problema con una visión positiva que ponga en marcha las medidas para solucionarlo.
- Desarrollo de una cultura del ahorro, uso y manejo responsable de recursos.
- Estudiar las causas y consecuencias del cambio climático desde la ética ambiental como un área de la filosofía, relacionando la perspectiva moral entre los humanos y el medio ambiente. La preservación del planeta parte de un valor intrínseco, es decir, de aquello que lo conforma y que lo hace valioso por sí mismo, y de un valor instrumental que se basa en el beneficio que concierne a los humanos. Además del significado y valores otorgados al ambiente, es importante reconocer que no todas las poblaciones humanas

experimentan de la misma manera el cambio climático, por lo que la responsabilidad y solidaridad social son fundamentales para la gestión equitativa ante la crisis ambiental.

Individuales y colectivas

- Buscar información confiable acerca de estos temas. Algunas fuentes para explorar se muestran en las referencias.
- Participar de manera directa o indirecta en movimientos sociales relacionados con el Cambio Climático en tu ciudad o en otras ciudades.
- Participar en actividades escolares o sociales, como ferias ambientales, encuentros, foros, conferencias, etc.
- Reducir el consumo de agua y reutilizarla.
- Utilizar el transporte público, camina o utiliza bicicleta.
- Ahorra energía eléctrica (apagar y desenchufar aparatos que no estén en uso).
- Reducir el uso del automóvil si este no es necesario para transportarse, optando por el uso del transporte público, bicicleta o caminatas.
- Comprar aparatos electrónicos que hagan un uso eficiente de la energía.
- Implementar fuentes de energía renovables en casa.
- Consumir menor cantidad de carne y productos de origen animal.
- Reunirnos con nuestros vecinos para compartir alternativas y educarnos mutuamente en cómo establecer una vida comunitaria sostenible.

¿Y...la relación con las Ciencias de la Tierra?

En las Ciencias de la Tierra, aquellos que se especializan en las Ciencias Atmosféricas, climatólogos y meteorólogos, son los principales en estudiar los procesos físicos implicados en la dinámica atmosférica, que van de la mano con la dinámica oceánica, estudiada por oceanógrafos. El hecho de que ocurra un Calentamiento Global (CG) determina consecuencias que no sólo se reflejan en el aumento de la temperatura de la atmósfera, sino también, en la de los océanos. Sin embargo, este fenómeno altera todo el planeta y a los seres vivos que habitamos en él, y, por lo tanto, hay muchos especialistas dentro de las Ciencias de la Tierra como biólogos, ingenieros, terrólogos, geógrafos, por mencionar algunos, que prestan su interés al estudio del CG desde distintas áreas para proponer soluciones que mitiguen el daño y prevengan un deterioro futuro en la estabilidad de todas las regiones naturales.

Algo curioso sobre el Calentamiento Global...

- El 11% de las emisiones de gases de efecto invernadero por acción humana, son producto de la deforestación causada por incendios¹, que incluso se pueden comparar con las generadas por todos los automóviles del mundo.
- Según la NASA y la NOAA¹ (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) en el año 2016 los promedios de temperatura globales resultaron 0.99°C más cálidos que los reportados a mediados del siglo XX. Desde el año 2000 hasta la actualidad, se han tenido 17 de los 18 años más cálidos registrados en la historia.
- Si el fenómeno de efecto invernadero no existiera, la temperatura promedio de nuestro planeta sería de -18°C², muy diferente a la que se registra que corresponde a un promedio de 15°C, lo que hace que la vida en la Tierra sea posible.
- A partir de los desechos orgánicos de la producción ganadera se puede generar energía renovable³, mejor conocida como *biogás*. La propuesta consiste en la utilización de los purines del ganado bovino lechero, que corresponde a la mezcla de heces fecales, orina, agua resultado del lavado del equipo, pisos o patios, además de restos de alimento y agua de lluvia, dirigidos a un reactor donde bacterias transforman la materia orgánica en biogás y digestato, siendo este último separado y aprovechado como biofertilizante pues es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden nutrir suelos degradados. El gas obtenido principalmente es metano (CH₄), entre un 50% y 70%, el cual es aprovechado para generar energía calorífica o eléctrica en las poblaciones, sustituyendo así el consumo de los combustibles fósiles y sus derivados.
- La producción de carne de res es la que genera emisiones de GEI en mayor proporción⁴, mientras que las proteínas vegetales son la que tienen un menor impacto. De acuerdo al IPCC, modificar nuestra dieta hacia un consumo menor de productos de origen animal es uno de los cambios que, como ciudadanos, podemos llevar a cabo para reducir el impacto en el ambiente. En su lugar, recomienda consumir más aquellos alimentos de temporada de origen local.
- Las actividades humanas han provocado un calentamiento global de 1.0°C aproximadamente con respecto a la temperatura desde la época preindustrial. Es probable que dicho calentamiento alcance los 1.5°C entre

2030 y 2052 si el ritmo actual continúa incrementándose. Si lo anterior ocurre, cambios notables en el planeta se harán evidentes: el aumento en el nivel del mar de un 0.1 m aproximadamente, escasez de agua, pérdida y extinción de especies, y bajo rendimiento en la productividad de alimentos asociados a la pesca, acuicultura y agricultura, por mencionar algunas consecuencias.

¿Dónde se aborda el tema en los libros de la SEP?

Tercer grado de secundaria

Asignatura: Química

Editorial: Macmillan Education

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Siglo veintiuno editores

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 5: *Biocombustibles*

Editorial: Méndez Cortés Editores

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Ediciones Castillo

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 5: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Aqua Esfinge

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 5: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Terra Esfinge

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyectos: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación:
 - Proyecto 7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Ediciones Castillo

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyecto 5.7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Fernández Editores

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyectos: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Editorial Nuevo México

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyectos: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación:
 - Proyecto 7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Editorial: Ediciones SM

- Bloque 5: Química y tecnología
 - Proyectos: Ahora tu explora experimenta y actúa. Integración y aplicación:
 - Proyecto 7: *¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?*

Fuentes:

Información

- Alcalá Silva, E. y Cravioto Hernández, J. J. (2020). *Ciencia, conciencia y química*. Ciudad de México, México: siglo veintiuno editores.
- Alpízar Jiménez, S. I. (2016). *Convive con la Química, Ciencias 3*. Ciudad de México, México: Méndez Cortés Editores.

- Benavides Ballesteros, H. O. y León Aristizabal, G. E. (2007). Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. Nota Técnica del IDEAM.
- Bonfil Olivera, M. (s/f). El siglo del petróleo. *¿Cómo ves?* Recuperado de: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/ojodemosca/245>
- Bonilla Cárdenas, J. A. y Lemus Flores, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 3 (2). 215-246.
- Caballero, M., Lozano, S. y Ortega, B. (2007). Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: una perspectiva desde las Ciencias de la Tierra. *Revista Digital Universitaria*, vol. 8 (10).
- Cabello Bravo, M. I. y Meza González, P. W. (2020). *Ciencias 3 Química Secundaria*. Ciudad de México, México: Macmillan Education.
- Deforestación y emisiones de GEI. México: *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT). https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/recuadros/recuadro2_4.html
- Feltz, B. (2019). Filosofía y ética del cambio climático. *UNESCO*. <https://es.unesco.org/courier/2019-3/filosofia-y-etica-del-cambio-climatico>
- Ferrari, L. (2013). Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas. *Revista Mexicana de Física*, 59 (2), 36-43.
- Camilloni, I. 2008. Cambio Climático. Facultad de Ciencias Naturales y exactas, UBA. [PDF]. Recuperado de: http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Cambio-climatico_CienciaHoy.pdf.
- IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

- Kennedy, C. y Lindsey, R. (2018). ¿Cuál es la diferencia entre el calentamiento global y el cambio climático? *Climate.gov: science & información for a climate-smart nation*. <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#:~:text=El%20calentamiento%20global%20se%20refiere,o%20las%20sequ%C3%ADas%20m%C3%A1s%20frecuentes>
- Lorenzo, R. (2019). Cambio climático ¿Cuestión de ética? *Estudios Planeteando*. <https://planeteando.org/2019/09/10/cambio-climatico-cuestion-de-etica/>
- Martínez, J. y Fernández, A., (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- NASA y Tú: Cambio climático. (2010). *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). https://www.nasa.gov/audience/forstudents/nasaandyou/home/climate_bkgd_sp.html
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G., Barrera, J. L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J. C., Fernández Martínez, E. M., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perello, J. M., Pascual, J. A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. (21.2) 117-129.
- Química 1: Combustión. México: *Portal Académico CCH*. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad2/combustion/quees>
- Realiza la UNESCO análisis técnico y científico de la Termoeléctrica de Huexca. Cuernavaca, Morelos: *Morelos*. <https://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/realiza-la-unesco-analisis-tecnico-y-cientifico-de-la-termoelectrica-de-huexca>

Datos curiosos:

1. 12 datos que debes conocer sobre el cambio climático. (2019). Perú: *Conservación Internacional*.
<https://www.conservation.org/peru/novedades/2019/10/29/12-datos-que-debes-conocer-sobre-el-cambio-clim%C3%A1tico>
2. Camilloni, I. y Vera, C. (s/f). La atmósfera. Recuperado de <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002316.pdf>
3. Lagos, J. (2017). ¿Sabías que... a partir de los desechos orgánicos puedes generar energía renovable? Recuperado de: <https://invdes.com.mx/wp-content/uploads/2017/05/10-05-17-desechos.jpg>
4. Cambio climático: los 6 gráficos que muestran el estado actual del calentamiento global. (2018). *BBC News Mundo*.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-46426822>
5. Calentamiento global de 1.5°C. (2019). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Recuperado de:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Figuras

- Figuras 1 y 7: Realizadas por la autora de esta guía en el sitio web de diseño gráfico "Canva".
- Figura 2: M. Blanco, J. y Peña, F. (2011). Incremento de la Eficiencia en Centrales Termoeléctricas por Aprovechamiento de los Gases de la Combustión. *Información Tecnológica*, Vol. 22 (4), 15-22.
- Figura 3: Modificada de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GYCEI). /INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (<https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Emisiones.html>)).
- Figura 4: Modificada de United States Global Change Research Program. (2009). *Conocimiento Climático: Los Principios Esenciales de la Ciencia Climática*. Washington, Estados Unidos de América.
- Figura 5: GISS Surface Temperature Analysis. (2020). *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).
https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/
- Figura 6: Disappearing Ice. (2018). *Scientific Visualization Studio*. (<https://svs.gsfc.nasa.gov/4616>).

- Figura 8: Residuos. *Gobierno de México.*
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html>

Elaborado por **Rebeca Irais Raygosa Martínez**, 2021
*Programa de Divulgación de Ciencias de la Tierra "Terramóvil", Instituto de
Geología, UNAM.*
Ciudad de México, México.
beccact@ciencias.unam.mx

