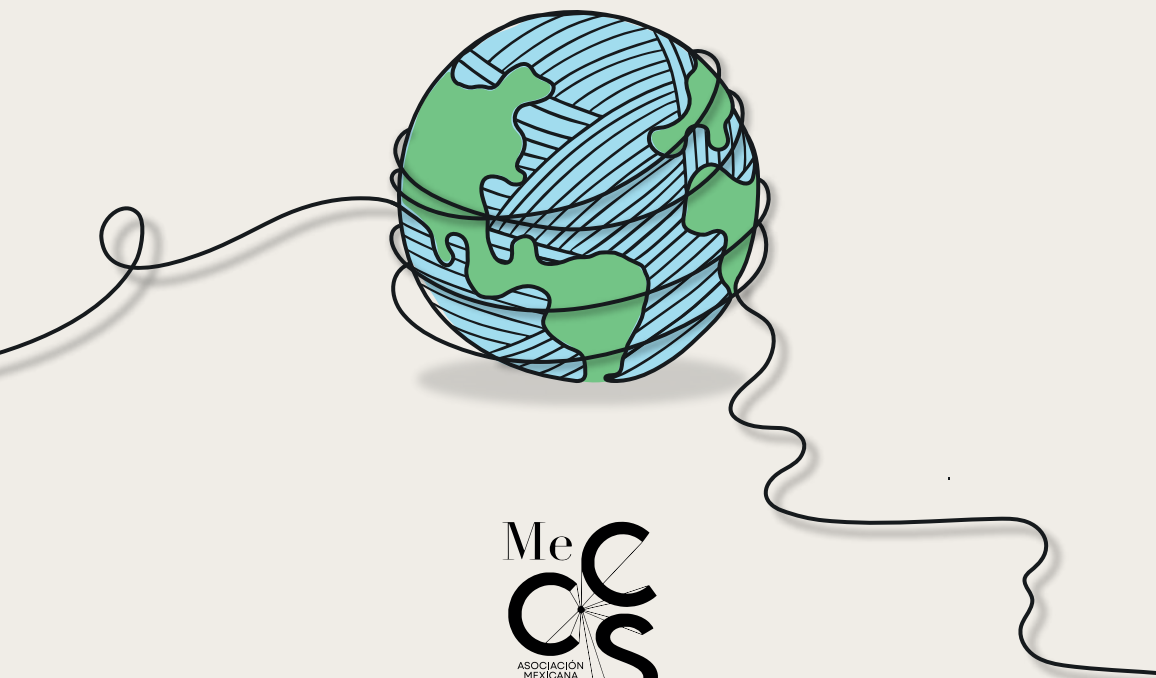


CARBONO

EL HILO INVISIBLE QUE
ENTRETEJE AL MUNDO



Me
CCS
ASOCIACIÓN
MEXICANA
DE GESTIÓN
DE CARBONO

Todos estamos relacionados,
entretreídos en redes de conexión recíproca,
donde lo que le sucede a uno les sucede a todos.

- Robin Wall Kimmerer

Carbono, el hilo invisible que entretreje al mundo ©2026 by MeCCS
Asociación Mexicana de Gestión de Carbono A.C. se encuentra protegida
bajo una licencia CC BY-NC-ND 4.0.

Cómo citar esta obra:

Mota-Nieto, J., Morales-Fuentes, Y. L., Pajares-Moreno, S., Navarrete-Segueda, A., & Rodríguez-Portillo, F. (2026). Carbono, el hilo invisible que entretreje al mundo. MeCCS Asociación Mexicana de Gestión de Carbono. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18841824>



Coordinación

Jazmín Mota Nieto

Redacción

Jazmín Mota Nieto
Yanitzí Lorena Morales Fuentes
Silvia Pajares Moreno
Armando Navarrete Segueda
Flover Rodríguez Portillo

Diseño y facilitación de talleres

Jazmín Mota Nieto
Paola Massyel García Meneses
Yanitzí Lorena Morales Fuentes
Mariana Velázquez Cárdenas

Participación en los talleres

Ana Cecilia Conde Álvarez
Guillermo Murray Tortarolo
Flover Rodríguez Portillo
Silvia Pajares Moreno
Omar Masera Cerutti
Armando Navarrete Segueda
Silke Cram Heydrich

Edición y corrección de estilo

Jesús Adrián Fernández Reyes

Ilustraciones

Héctor Ortega Flores

Diseño gráfico y portada

Guiselle Sabina Torres González

Agradecimientos

Agradecemos a todas y todos los profesionales y expertos, amigos y colegas que formaron parte de este proyecto de distintas maneras (con las primeras ideas y el bosquejo del proyecto, en las discusiones, en las revisiones), quienes, con su conocimiento y un maravilloso entusiasmo por la ciencia y las causas sociales, contribuyeron a la creación de esta obra.

Reconocemos también al equipo de MeCCS Asociación Mexicana de Gestión de Carbono (antes la Plataforma Mexicana de Captura y Almacenamiento de CO₂), por todo su esfuerzo y dedicación para promover el intercambio de ideas, el desarrollo del pensamiento crítico y el impulso a las acciones colectivas que permitan un cambio de paradigma en torno a las emisiones de carbono.

Damos las gracias a la *Scottish Alliance for Geosciences, Environment and Society (SAGES)*, por aportar el recurso inicial que abrió el camino para este proyecto, a la Dra. Paola Massyel García Meneses, del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), del Instituto de Ecología de la UNAM, por el apoyo incondicional y económico para ilustrar el libro, y a Cementos Moctezuma para su impresión.

Y, no menos importante, queremos expresar nuestra enorme gratitud a todas las personas que se sumaron para hacer posible la publicación de este libro mediante sus donativos, su apoyo y su cariño; un hermoso recordatorio de que, en comunidad, todo es posible.

Acerca de este libro y su proceso creativo

Muchas de las cosas relacionadas con la política, la economía y la mayoría de nuestras actividades diarias están vinculadas a la ciencia. Aprender y comprender la ciencia es una herramienta valiosa para tomar decisiones, actuar de manera más consciente y responsable, así como para unir esfuerzos que generen dinámicas más justas y sostenibles.

La realización de este proyecto se basó en un enfoque participativo y co-creativo. Un grupo de expertas y expertos en diversas disciplinas relacionadas con el cambio climático, la sostenibilidad y la energía nos reunimos en una serie de talleres e interacciones para compartir ideas y datos sobre el ciclo del carbono, el tema central de este libro. Durante los talleres, integramos y discutimos información y datos con base en nuestras experiencias, visiones y conocimientos. El objetivo fue identificar la información más relevante que nos permitiera reflexionar sobre el papel del carbono en la evolución del planeta, en nuestras actividades diarias y en la forma en que transformamos nuestros entornos.

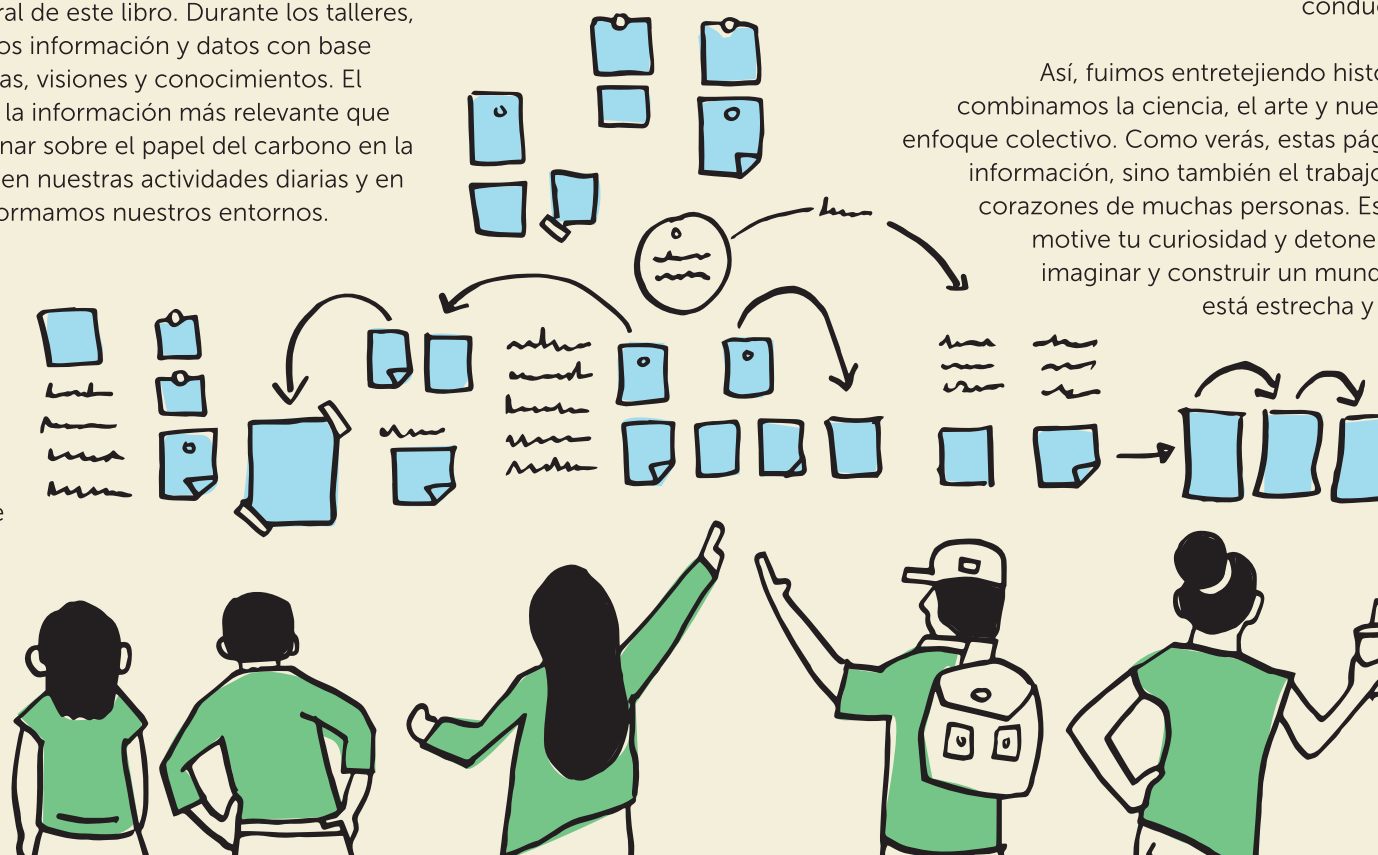
Nos guiamos a partir de preguntas clave y tuvimos cinco minutos por pregunta para escribir, individualmente, ideas en un documento colaborativo, en el que cada aportación

aparecía resaltada en un color específico. De ese modo, siempre podíamos saber quién había escrito qué. Después, de manera grupal, discutimos y compartimos ideas para identificar puntos en común y aspectos clave a destacar. Al finalizar los talleres, tuvimos un documento maestro al que se fueron añadiendo textos, comentarios y referencias de manera colectiva.

Dado que el ciclo del carbono es un tema transversal, es decir, un sistema con múltiples conexiones, el equipo coordinador del proyecto utilizó el documento maestro para identificar y crear redes en torno a temáticas relevantes. Estas redes sentaron las bases de cada capítulo del libro.

Las ilustraciones y el diseño gráfico se realizaron colaborativamente, con el fin de traducir conceptos científicos en imágenes que complementarían el texto para una mejor asimilación del conocimiento y también sirvieran de hilo conductor entre los capítulos.

Así, fuimos entretejiendo historias, datos y visiones, y combinamos la ciencia, el arte y nuestra experiencia con un enfoque colectivo. Como verás, estas páginas no solo contienen información, sino también el trabajo, el conocimiento y los corazones de muchas personas. Esperamos que este libro motive tu curiosidad y detone acciones que ayuden a imaginar y construir un mundo mejor en el que todo está estrecha y bellamente conectado.



¿Cómo navegar este libro?

Si bien el libro está organizado en capítulos numerados, puedes leerlos en el orden que desees, pues descubrirás que todo está profundamente entrelazado.

Al margen del texto verás las siguientes abreviaturas:

- L. Libros
- P. Publicaciones científicas
- W. Sitios web

que indican el tipo de material complementario que incluimos en la sección **Para saber más**, al final de cada capítulo.

Notarás que algunas palabras están **resaltadas en negritas**. Su definición se encuentra en el **Glosario**, al final del libro.

INTRODUCCIÓN "EL PROTAGONISTA" / PÁG. 10 - 13

CAPÍTULO 1 "ATANDO CABOS" / PÁG. 14 - 29

CAPÍTULO 2 "TAN CLARO COMO EL AGUA" / PÁG. 30 - 41

CAPÍTULO 3 "DEL PLATO A LA BOCA" / PÁG. 42 - 55

CAPÍTULO 4 "LO QUE NOS MUEVE" / PÁG. 56 - 73

CAPÍTULO 5 "NO DEJAR RASTRO" / PÁG. 74 - 89

GLOSARIO / PÁG. 92 - 104

INTRODUCCIÓN

EL PROTAGONISTA



Para comenzar, queremos presentarte al actor principal, o mejor dicho, al elemento principal de este libro.

El **carbono** es un elemento químico que se representa con la letra C y es el decimoquinto elemento más abundante en la corteza terrestre. Presente en el polvo cósmico, el carbono se incorporó a la Tierra durante su formación hace 4 600 millones de años, para eventualmente ser un ingrediente fundamental del caldo primigenio del que se originó la vida.

→ P.

En la naturaleza, el carbono puede estar aliado consigo mismo en largas cadenas o unido a otros elementos. Además, tiene muchas facetas que dependen del medio, del estado y de la cantidad en que se encuentre. Por ejemplo, puede ser un sólido y formar parte de un mineral, puede actuar como elemento estructural en plantas y animales, o bien ser un constituyente de un gas y permanecer suspendido en la **atmósfera**. Por ello, es uno de los elementos clave para la vida. El carbono está presente en forma de diamante en un anillo o en la punta de un aparato para realizar una microdermoabrasión; en el grafito contenido en un lápiz o en una batería; en la lonsdaleíta encontrada tras un impacto de meteorito en Arizona y también en la estructura de un carbohidrato, como la celulosa de las plantas, o de una proteína, como el colágeno de nuestras uñas.

→ L.

Prácticamente, el carbono está en todas partes y se mueve de un medio a otro y de un cuerpo a otro mediante distintos mecanismos y en distintos momentos. A este viaje continuo le llamamos el **ciclo del carbono** porque hay una serie de sucesos y procesos en los que este elemento participa y se repiten indefinidamente.

En este libro descubrirás cómo este elemento químico es un hilo invisible que conecta todas aquellas cosas que podemos ver, sentir y probar, así como aquellas de las que depende la vida y lo que hacemos diariamente.

El carbono forma un tejido rico en formas, tiempo y escalas que a veces pasa desapercibido hasta que las alteraciones en su ciclo comienzan a tener impacto en las dinámicas del planeta y en nuestras vidas.

CARBONO Y CARBÓN NO SON LO MISMO

El carbono es el elemento químico que encontramos en distintas formas.

El carbón es un material comúnmente utilizado como combustible que tiene un alto contenido de carbono orgánico y está combinado con otros elementos, como azufre, oxígeno, nitrógeno o hidrógeno.



Por ejemplo, cuando hacemos una parrillada, usamos carbón vegetal, mientras que el carbón mineral puede usarse para generar energía eléctrica.



Para saber más

L. Libros

- Levi, P. (2004). El sistema periódico (M. L. Sánchez, Trad.). Editorial Minerva. (Trabajo original publicado en 1975).
- Carbon Almanac Network. (2022). The Carbon Almanac (S. Godin, Ed.). Penguin Books

P. Publicaciones científicas

- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2018). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. <https://www.ipcc.ch>.
- Fundación Polar. (2012). El mundo de la química: Capítulo VIII: El carbono: Vida y energía. Fundación Polar.

W. Sitios web

- Geología Web. (n.d.). Ciclo del carbono: Etapas, importancia y características. https://geologiaweb.com/geologia-general/ciclo-carbono/#Ciclo_geologico_del_carbono

¿QUIERES SABER MÁS SOBRE EL CARBONO?

CAPÍTULO 1

ATANDO CABOS

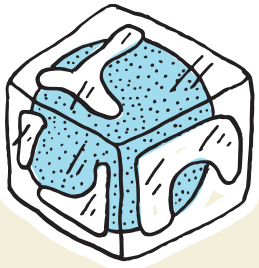
La humanidad siempre ha transformado y utilizado elementos de la naturaleza para atender sus necesidades. Hace miles de años, transformamos rocas en instrumentos de caza o en fibras vegetales para hacer telas y vestirnos con ellas. Gracias a su creatividad, inventiva e imaginación, las distintas civilizaciones dieron grandes saltos y propiciaron el desarrollo de múltiples formas de **tecnología** e innovaciones.

Empezamos por recolectar aquello que nos servía o considerábamos útil. Después, desarrollamos técnicas para conocer y aprovechar distintos elementos de la naturaleza. En el proceso, muchas veces olvidamos que somos parte de la naturaleza y la hemos visto como una fuente de **recursos**, distanciada y ajena al ser humano. Esta separación ha sido problemática y ha llevado a que la satisfacción de nuestras necesidades, a partir de lo que obtenemos de la naturaleza, esté atravesada por relaciones de poder, desigualdad y construcciones sociales.

A lo largo del tiempo, también hemos pasado de observar el mundo macroscópico al microscópico, lo que nos ha permitido descubrir un sinfín de posibilidades y maravillas. Gracias a ello, hemos aprendido que hay interacciones imperceptibles para nuestros sentidos, pero esenciales para la vida, que nos recuerdan nuestras conexiones con el resto de la naturaleza. Por ejemplo, a raíz de la exploración visual del cosmos realizada por quienes observaban el cielo y se dedicaban a la astronomía,

MISMO ORIGEN, DISTINTAS HISTORIAS

p. Las atmósferas de Venus,
la Tierra y Marte.



MARTE

Composición
dióxido de carbono
y nitrógeno

Distancia al Sol
228 millones de
kilómetros (lejos)

**Temperatura
promedio**
- 55 °C

Analogía
¡un congelador!



VENUS

Composición
dióxido de carbono,
nitrógeno y nubes de
ácido sulfúrico

Distancia al Sol
108 millones de
kilómetros (muy cerca)

**Temperatura
promedio**
470 °C

Analogía
¡un horno!



TIERRA

Composición
nitrógeno, oxígeno
y otros gases

Distancia al Sol
150 millones de
kilómetros

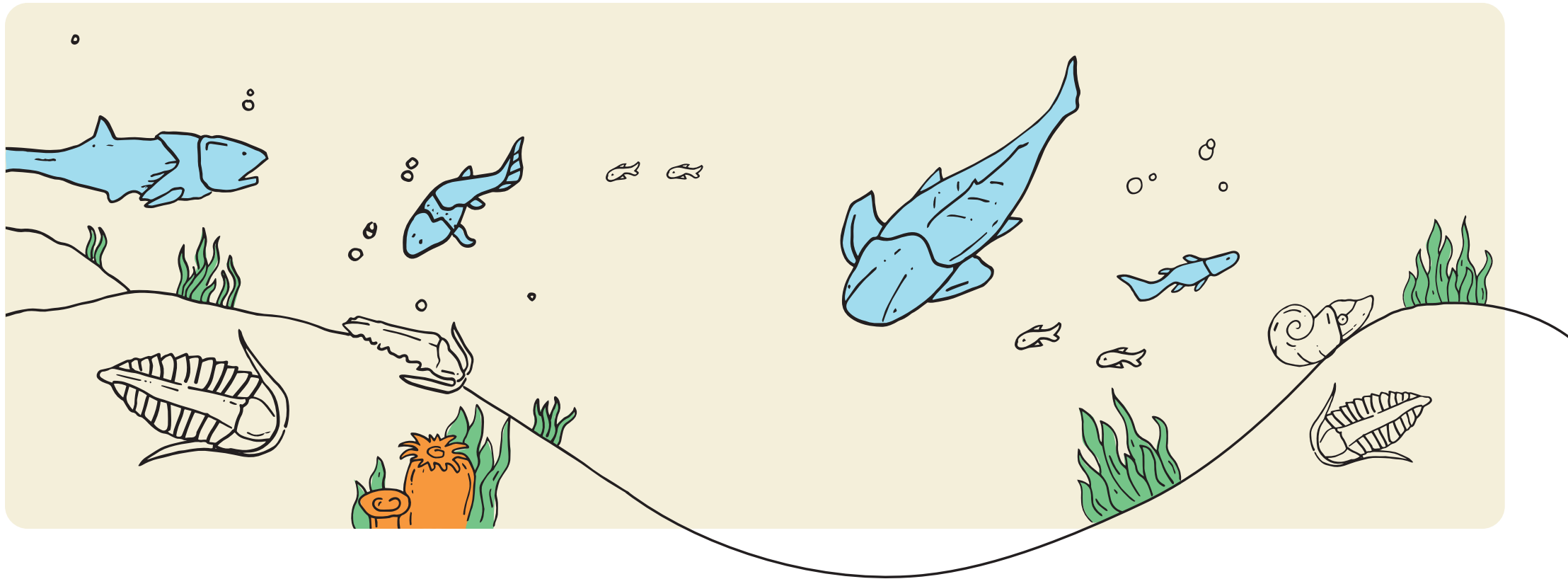
**Temperatura
promedio**
15 °C

Analogía
¡el lugar perfecto
para la vida!

supimos que la Tierra, nuestro hogar y casa común, tiene un par de hermanos: Venus y Marte. Los tres planetas tienen el mismo origen y son muy similares. Todos ellos son planetas sólidos y, al inicio, tenían una **atmósfera** compuesta principalmente por **dióxido de carbono (CO₂)**. Pero entonces, ¿qué le pasó a la Tierra para que se transformara radicalmente?

Se cree que la atmósfera primitiva de la Tierra, compuesta principalmente de nitrógeno y dióxido de carbono, fue muy favorable para la "fabricación" de los compuestos orgánicos precursores de la vida (aminoácidos, **carbohidratos** simples, ácidos grasos). Sin embargo, el origen de la vida en nuestro planeta aún es un misterio y un tema de discusión. Lo que sí sabemos es que las **cianobacterias** fueron las primeras formas de vida. Estos organismos microscópicos convierten la energía solar en **energía química** utilizando el CO₂ y el agua para producir carbohidratos y liberar oxígeno. A raíz de ello, se dio un aumento y acumulación de oxígeno en la atmósfera que eventualmente permitió el desarrollo de otras formas de vida más complejas. El proceso de transformación del carbono en otros compuestos básicos para la vida tomó millones de años.

Los trabajos de gigantes de la filosofía y la ciencia, Mijail Lomónosov, Antoine Lavoisier o Albert Einstein, llevaron a la conclusión de que "la materia y la energía no se crean ni se destruyen, solo se transforman", y eso es precisamente lo que le pasa al carbono y a otros elementos como el nitrógeno, el azufre, el fósforo. La transformación es una de las características principales de los **ciclos biogeoquímicos**, que consisten en interacciones complejas entre organismos vivos, los procesos físicos y químicos de la naturaleza y la geología de la Tierra a distintas escalas de tiempo.



EL PUNTO DE PARTIDA DESDE LAS PROFUNDIDADES

W. Hace 440 millones de años, la Tierra pasaba por procesos biológicos y geológicos muy significativos:

1 Se diversificó la vida acuática, especialmente en los océanos, donde los corales se expandieron.

2 Hubo una gran extinción de especies (algas y **plancton**), cuyos restos, ricos en carbono, quedaron atrapados entre **sedimentos** y formaron importantes acumulaciones de materia orgánica que millones de años después formarían enormes depósitos de petróleo.

3 Las primeras plantas comenzaron a poblar la tierra firme.



EL TIEMPO DE LOS GIGANTES VERDES

Aproximadamente hace 350 millones de años, el planeta estaba cubierto por enormes y exuberantes bosques tropicales que crecían en el supercontinente **Pangea**.

Estos bosques contribuyeron significativamente a la captura natural de CO_2 de la atmósfera mediante la fotosíntesis.

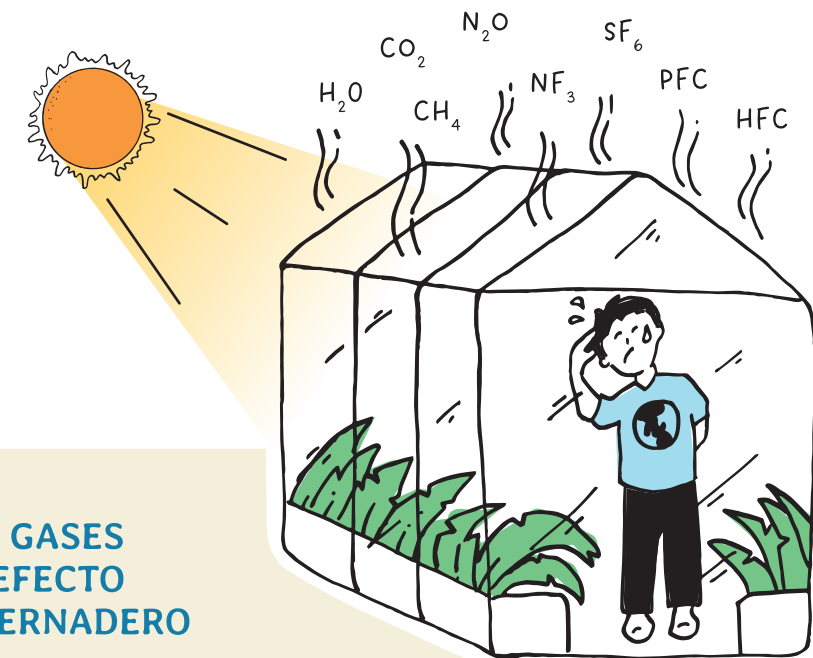
A esta época se le llamó el **Carbonífero**, ya que la madera y la materia orgánica de esos bosques se transformaron con el tiempo en depósitos de carbón que, desde el siglo XVIII, explotamos y usamos principalmente para generar energía.

Estas transformaciones del carbono han ocurrido de manera natural a lo largo de la historia del planeta, a través de la fotosíntesis, la respiración, la absorción de carbono en los océanos y en los suelos, o del decaimiento radioactivo. Sin embargo, la actividad humana ha alterado el ciclo del carbono. El descubrimiento del fuego, por ejemplo, marcó un momento fundamental en nuestra capacidad para transformar la materia para obtener energía, pero el mayor cambio se produjo con el uso masivo de combustibles durante la Revolución Industrial. Este uso intensivo no respondió únicamente a cubrir las necesidades humanas, sino a un modelo económico y tecnológico impulsado por el deseo de obtener control y ganancias. Con la expansión del capitalismo, el carbono dejó de formar parte de los ciclos naturales y se convirtió en parte de un sistema que se reproduce a sí mismo, incluso en contra de los límites del planeta. Esta lógica se parece al monstruo de Frankenstein: creado por una minoría, cobró vida propia y hoy sigue funcionando por sí sola, incluso contra quienes la crearon.

¿Recuerdas el carbono que fue absorbido de la atmósfera por algas y plancton, o por los grandes bosques, hace millones de años? Con la invención de las máquinas de vapor y de combustión interna se originó también una gran explotación de los yacimientos de carbón y petróleo, cuya materia prima son precisamente aquellos organismos antiquísimos. Al quemar estos **combustibles fósiles**, se liberan importantes cantidades de dióxido de carbono y **metano** (CH_4) a la atmósfera, que, junto con otros gases, potencian el **efecto invernadero** a nivel global.

La aparición de máquinas y nuevas formas de generar energía y trabajo provocó un cambio radical en la producción, que se volvió masiva. Esto también modificó a la sociedad, la economía y nuestro entorno; cambió la forma de vida de las personas, la organización del trabajo y las estructuras sociales. Este fue

un proceso muy difícil y violento para quienes padecieron sus consecuencias. Las personas se mudaron a las grandes ciudades, trabajaban ahora en fábricas y se crearon nuevas clases sociales, entre otras cosas. Lamentablemente, con el desarrollo de la tecnología, aumentaron paralelamente la explotación de recursos, la generación de contaminantes y las **desigualdades** sociales.



LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los GEI son componentes gaseosos presentes naturalmente en la atmósfera que pueden absorber y emitir radiación. Son parte de la atmósfera y son fundamentales para mantener la temperatura ideal para la vida en nuestro planeta.

Sin embargo, el aumento de la concentración de algunos de estos gases ha llevado a una temperatura global considerablemente más alta. La causa de este incremento inusual: ¡las actividades humanas!

En consecuencia, se produjeron —y todavía lo hacemos— más cosas, más rápido, generalmente en beneficio de una pequeña parte de la humanidad. Para ello, se ha usado mucho carbón, petróleo, gas y **biomasa**. Uno de los efectos más notables en el ambiente ha sido el incremento de **gases de efecto invernadero (GEI)** en la atmósfera. Cada uno de estos GEI tiene un potencial distinto para absorber o emitir la radiación que nos llega naturalmente del sol. Además, provienen de distintas fuentes, naturales o **antrópicas**, y su tiempo de permanencia en la atmósfera es variable. La atmósfera se compone de 78% de nitrógeno (N_2), 21% de oxígeno (O_2) y en el 1% restante están incluidos los GEI que, aunque están en pequeñas cantidades, tienen un impacto enorme en la dinámica del planeta.

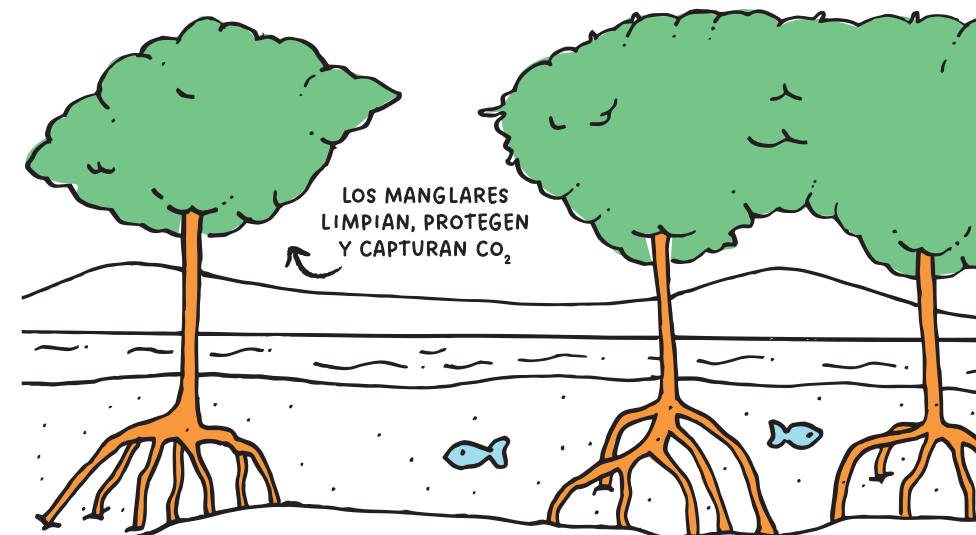
CUANDO SE TRATA DE LOS GEI, CABE MENCIONAR QUE ¡LA CANTIDAD IMPORTA!

El poder de absorción del calor de algunos GEI es mayor que el del CO_2 , pero, de todos ellos, el CO_2 es el más abundante: su composición en la atmósfera es de aproximadamente 0.04% o 400 partes por millón (ppm) y es el que permanece más tiempo en ella (tarda cientos de años antes de integrarse a otra parte del **ciclo del carbono**). Sin embargo, el CO_2 no es el único gas que debemos atender, pues es fundamental controlar también emisiones de gases como el metano y los óxidos nitrosos. Pero, ¿dónde está el carbono? ¿Cómo podemos controlarlo?

Lo primero que debemos considerar es que los GEI son imperceptibles a simple vista, eso hace más difícil darnos cuenta del tamaño del problema. Tampoco es sencillo saber dónde se encuentran, es decir, dónde se emiten y dónde se almacenan. Para ello empleamos la ciencia y la tecnología como ayuda para entender y conocer mejor lo que nos rodea.

Así como existen fuentes de generación de CO_2 y otros GEI, también hay sitios y elementos de la naturaleza donde éstos se almacenan. El principal **sumidero** de carbono es, nada más y nada menos, que el océano. Sin embargo, cuando la cantidad de CO_2 es muy elevada, esto causa un cambio en la química del agua que se conoce como **acidificación de los océanos**. Este proceso tiene graves consecuencias en la vida de organismos marinos y en la capacidad del océano para absorber carbono. ¿Sabías que la mayor parte del oxígeno que respiramos proviene del océano? Por ello, ¡es muy importante cuidarlo!

En la costa existen **ecosistemas** muy especiales formados por distintos tipos de plantas y animales adaptados a las condiciones de transición entre la tierra y el mar. Un ejemplo son los **manglares**, que tienen una gran capacidad para capturar carbono, proteger las costas de eventos climáticos como huracanes y tormentas, así como filtrar y purificar el agua. En muchos países de Latinoamérica se cuenta con grandes extensiones de costa, al igual que en otras regiones del mundo, donde existen estos valiosos ecosistemas, que además albergan una vasta **biodiversidad**.



P.

Otro sumidero importante son los suelos. En ellos se acumula materia por la descomposición causada por distintos organismos, incluyendo hongos o bacterias. Si el suelo es bien manejado, el carbono se acumula en compuestos orgánicos y órgano-minerales que evitan que se libere de nuevo a la atmósfera. El carbono inorgánico se encuentra en los sedimentos, minerales y rocas que forman parte del suelo. Un suelo sano también es el sitio ideal para producir alimentos y sustentar la vida de una gran cantidad de plantas, hongos, insectos y otros animales. Desafortunadamente, las prácticas agrícolas industriales intensivas y el uso de **fertilizantes** son altamente dañinos y debemos evitarlos para no **erosionar** los suelos, que se consideran un elemento no renovable puesto que un centímetro de suelo puede tardar más de mil años en formarse.

Aunque no lo veamos, el carbono está en todas partes: en las plantas y en los animales, en rocas y minerales, y en nuestro propio cuerpo. Lo generamos cuando respiramos, nos alimenta y nos protege, y también nos proporciona espacios para vivir, disfrutar y descansar. Dependemos de él para cubrir nuestras necesidades energéticas actuales, ya que gran parte de la energía eléctrica que consumimos proviene de combustibles fósiles o de biomasa.

El ciclo del carbono está presente en prácticamente todas nuestras actividades diarias. Si lo piensas detenidamente, el carbono de hoy es el mismo que ha existido en la Tierra desde hace miles de millones de años, solo que lo encontramos en distintas formas y lugares. ¡Ahora ya sabes dónde está el carbono!

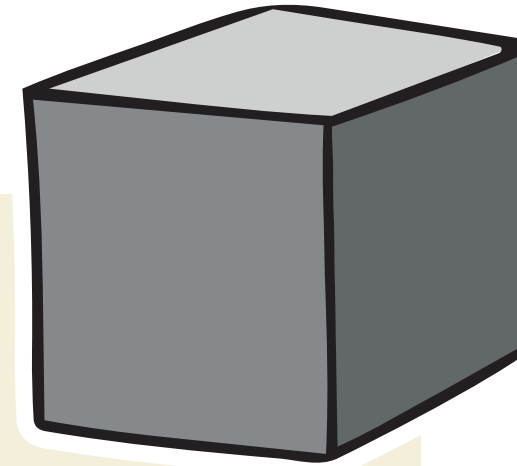
Con la aparición de las grandes civilizaciones, el desarrollo tecnológico y la modificación del entorno, el ciclo del carbono se alteró considerablemente. El efecto de estos cambios es acumulativo y actualmente estamos rebasando los límites que,

¿CÓMO SE VERÍA 1 TONELADA DE CO₂?

8 METROS



ALTURA 1.7 METROS



Si pudiéramos visualizar el CO₂, una tonelada (1 000 kilogramos) de este gas se vería como un cubo de 8 metros de lado.

Cada vez que encendemos la luz, la computadora, usamos el auto o enlazamos una llamada desde el teléfono celular, contribuimos a las emisiones de CO₂.

La electricidad que consume un hogar urbano promedio en un año, donde gran parte de la energía proviene de combustibles fósiles, produce aproximadamente 1 tonelada de CO₂.

En contraste, las fugas de gas que ocurren de manera rutinaria en las actividades de extracción de petróleo pueden sumar, en un solo campo petrolero, cientos de miles de toneladas de CO₂ equivalente al año.

Es como si miles de hogares dejaran una estufa de gas abierta durante todo un año.

de acuerdo con la ciencia, son importantes para la estabilidad de los ciclos biogeoquímicos del planeta, por lo que necesitamos tomar acción urgentemente.

Las generaciones anteriores no conocían tan bien las causas del calentamiento global ni los efectos negativos derivados de las alteraciones en el ciclo del carbono, y las futuras no tendrán tiempo suficiente para las acciones que ahora podemos y debemos realizar. Pero podemos apelar a los cuatro grandes pilares de la esperanza que menciona Jane Goodall —nuestro asombroso intelecto, la resiliencia de la naturaleza, el poder de la juventud y nuestro espíritu indomable— para organizarnos y poner manos a la obra.

L.

Y TÚ, ¿POR DÓNDE QUIERES EMPEZAR?



Para saber más

L. Libros

- Paul de Kruif (1926). Los cazadores de microbios.
- Lovelock, J. (2000). Gaia: Una nueva mirada a la vida en la Tierra. Editorial Kairós.
- Lovelock, J. (2007). La venganza de la Tierra: La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad. Editorial Planeta.
- Mario Molina, José Sarukhán, Julia Carbias (2017). El cambio climático. Causas, efectos y soluciones. FCE, SEP, CONAHCYT, colec. Ciencia para todos; Vol. 241.

P. Publicaciones científicas

- Conde, C. (2010). México y el cambio climático global. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Tierney, J. E., Poulsen, C. J., Montañez, I. P., Bhattacharya, T., & Feng, R. (2020). Past climates inform our future. *Science*, 370(6517), eabb5191. <https://doi.org/10.1126/science.abb5191>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2018). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. <https://www.ipcc.ch>.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1–2), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>

W. Sitios web

- NASA. Un año en la vida del CO₂ de la Tierra [video]. <https://youtu.be/x1SgmFa0r04>
- Center for Climate and Energy Solutions [C2ES]. Main greenhouse gases. <https://www.c2es.org/content/main-greenhouse-gases/>
- Tickell, J. (Director). (2020). Kiss the Ground [Película documental]. Big Picture Ranch. <https://kissthegroundmovie.com/>
- Cool Geography. Distribución mundial de las principales reservas de carbono. https://www.coolgeography.co.uk/advanced/Stores_of_Carbon.php

CAPÍTULO 2

TAN CLARO COMO EL AGUA

Echando un vistazo a la historia y a la ubicación de importantes ciudades y civilizaciones, nos daremos cuenta de que muchas de ellas se desarrollaron en torno a ríos, lagos y otros cuerpos de agua. Por esa razón se les llamó culturas del agua. El recurso hídrico fue central para sus actividades económicas y sociales, por lo cual desarrollaron distintas técnicas y prácticas para hacer un uso más eficiente de él. Se empleaba —y aún se emplea— para la agricultura, como medio de transporte, para cuestiones relacionadas con higiene y saneamiento, para la generación de energía y prácticamente en la fabricación de todos los productos que utilizamos. Para muchas culturas, el agua es considerada algo sagrado y no es para menos, ya que sin ella sería imposible la existencia y la subsistencia de la vida.

Hasta donde sabemos, la Tierra es el único planeta que contiene agua (H₂O) en distintas formas: como líquido en un río, en el mar o en la lluvia; como sólido en un glaciar o en un copo de nieve; o como gas que se condensa en la **atmósfera**, formando espectaculares nubes. Además, desempeña un papel fundamental en distintos procesos biológicos, ecológicos y geofísicos.



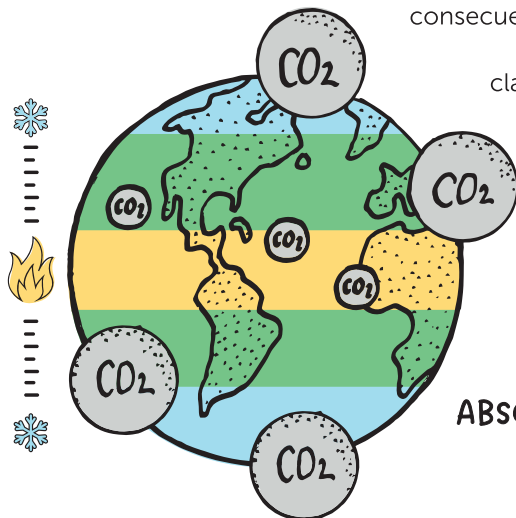
Por ejemplo, puede absorber y retener grandes cantidades de calor, lo que ayuda a estabilizar la temperatura corporal de algunos organismos (como cuando sudamos) y la del planeta.

El vapor de agua (H_2O) se forma por la evaporación de los océanos, lagos y ríos, y también es un **gas de efecto invernadero** (GEI) que desempeña un papel clave en el clima. El clima se refiere a las condiciones atmosféricas que se observan en una región durante largos periodos de tiempo (más de 30 años). El H_2O también actúa como un amplificador del **efecto invernadero** al combinarse con otros GEI, como el **dióxido de carbono** (CO_2), el **metano** (CH_4) y el **óxido nitroso** (N_2O). Por eso, a veces sentimos más calor cuando estamos en zonas de clima húmedo.

El exceso de CO_2 en el agua disminuye su capacidad para regular la temperatura. Sabemos que las regiones más frías del Atlántico Norte y del Ártico son capaces de absorber más CO_2 que las zonas más cálidas cercanas al ecuador. Esto ocurre porque la solubilidad de un gas aumenta cuanto más fría es el agua, y viceversa. Entonces, cuanto más CO_2 absorban los océanos, más puede aumentar su temperatura y, por lo tanto, disminuye su capacidad como **sumidero** de carbono. Otra consecuencia de esto es la **acidificación**

W.
P.
P.

de los océanos, que se refleja claramente en el blanqueamiento de los corales, la pérdida de biodiversidad y fenómenos meteorológicos cada año más intensos o frecuentes (por ejemplo, los huracanes).



ABSORCIÓN DE CO_2

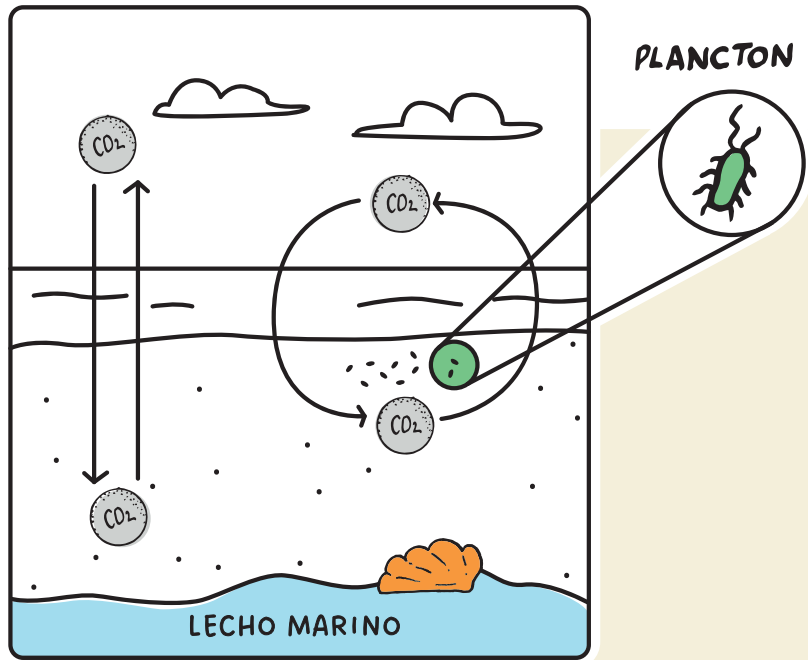
¿DE DÓNDE VIENE LA GRAN PARTE DEL OXÍGENO QUE RESPIRAMOS?

Entre la atmósfera y los océanos existe un proceso llamado intercambio aire-mar que, de todo el sistema Tierra, tiene la mayor capacidad de almacenamiento de carbono, aún más que la de las plantas.

El CO_2 atmosférico y el disuelto en el océano están en constante equilibrio. Sin embargo, cuando el CO_2 atmosférico aumenta, se disuelve una mayor cantidad de este gas en el agua, lo que produce ácido carbónico (H_2CO_3), que altera el pH del océano.

Esto afecta las condiciones de vida de millones de organismos, como algas y **plancton**, que realizan la **fotosíntesis** y producen gran parte del oxígeno que respiramos.

LA BOMBA BIOLÓGICA



Otros organismos también capturan carbono al formar sus conchas y tejidos. Al alimentarse, defecar o morir, estos organismos transportan el carbono desde la superficie de los océanos hacia el fondo,

donde eventualmente quedará almacenado en depósitos del lecho marino. A este proceso se le conoce como bomba biológica.



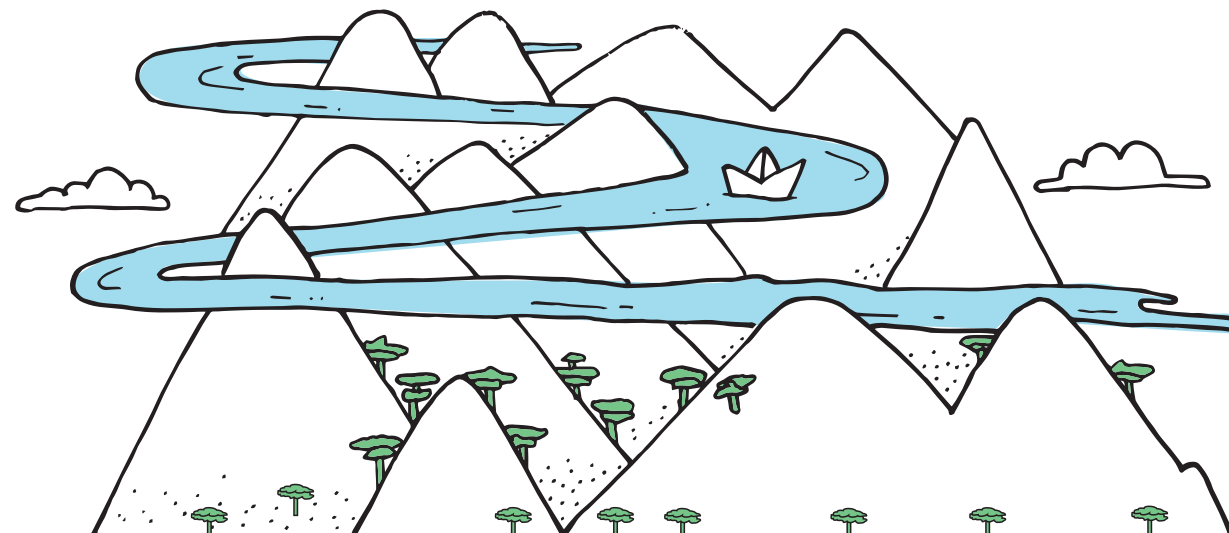
Del agua en la Tierra, aproximadamente 97% es salada y solo 2% es dulce y se encuentra como vapor, en el suelo como humedad, en los casquetes polares y en los glaciares;

0.8% del agua dulce que se encuentra en ríos, lagos, pantanos y acuíferos subterráneos es para consumo humano, la agricultura y algunos ecosistemas.

RECUERDA: ¡CADA GOTTA ES VALIOSA!

Sin embargo, no solo los océanos tienen un papel fundamental en la regulación del clima. Existe un fenómeno maravilloso conocido como los *ríos voladores*, formados por agua que se evapora en el océano Atlántico y se condensa en nubes alimentadas por la humedad de la vegetación de la **Amazonía**. Se estima que estos ríos tienen más agua que el propio río Amazonas, uno de los más grandes e importantes del mundo.

¿TE IMAGINAS PODER NAVEGAR ESTOS RÍOS?



Sin embargo, estos ríos están en riesgo de desaparecer, ya que se localizan en una de las regiones más amenazadas del planeta debido a la tala acelerada de la selva para abrir espacios para la agricultura, la ganadería y nuevos centros urbanos.

Mientras los océanos son los mayores sumideros de carbono del planeta, las megaciudades son de los mayores emisores. En estos sitios existe una alta densidad poblacional cuyos requerimientos contribuyen a las emisiones de GEI de diversas maneras. Muchas ciudades son grandes centros industriales o comerciales donde se consumen grandes cantidades de materias primas, **energía** y agua, pero además allí se generan enormes cantidades de residuos.

El desarrollo de las ciudades implica la deforestación y el cambio de uso de suelo para construir edificios, vías de comunicación e infraestructura. Algunas ciudades se han convertido en **islas de calor** donde actividades ligadas a la industria, el transporte, la calefacción y la refrigeración de edificios generan emisiones de GEI y contribuyen al aumento de la temperatura a nivel local. Además, ciertos materiales de las edificaciones y de las superficies urbanas, como el concreto y el asfalto, absorben y retienen el calor. Sumemos a esto la falta de vegetación, que contribuye a regular las concentraciones de CO₂ o a reducir el enfriamiento del aire mediante la evaporación. Como puedes notar, las actividades humanas tienen una fuerte influencia en los **ciclos biogeoquímicos** clave a nivel local y global.



ISLAS DE CALOR

FORMACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS



Parte del carbono que absorben las plantas se convierte en **biomasa** mediante la formación de tejidos vegetales, como tallos, hojas, raíces y frutos.

¡ASÍ ES, NUESTROS ALIMENTOS CONTIENEN CARBONO!

Pero habiendo tantos sitios en el planeta, ¿por qué las personas nos concentramos en las grandes ciudades? A finales del siglo XVIII, ocurrió una oleada de migración del campo a la ciudad impulsada por la expansión de la industria, la necesidad de mano de obra, la construcción de carreteras y de vías de ferrocarril. Hubo y hay grandes promesas de que la vida en las urbes ofrece mejores oportunidades de trabajo, acceso a la educación, mejores servicios y mejores condiciones de vida. Sin embargo, habría que preguntarnos si esta promesa de la modernidad es verdad.

P. Con el desarrollo de la tecnología, muchos procesos en el campo se mecanizaron. A inicios del siglo XX, Fritz Haber y Carl Bosch inventaron un proceso para fabricar **fertilizantes** que proporcionaban artificialmente nitrógeno a las plantas, un nutriente esencial para su crecimiento. Cuando esos fertilizantes llegan al suelo, las bacterias que usualmente transforman la materia orgánica ahora transforman el nitrógeno en óxido nitroso (N_2O), un gas de efecto invernadero 300 veces más potente que el CO_2 . Además, cuando el N_2O se mezcla con el agua, puede llegar hasta los mantos **acuíferos** o cuerpos de agua superficiales. En consecuencia, la calidad del agua se ve afectada por un enriquecimiento de nutrientes —principalmente nitrógeno y fósforo— que no ocurriría sin la intervención humana. Este proceso, conocido como **eutrofización cultural** o **antropogénica**, provoca la rápida proliferación de algas que afecta a otras formas de vida acuáticas, pues reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

En muchos casos, la afectación de la calidad del agua debido a la contaminación bacteriológica, a los metales pesados y hasta a campañas de algunas industrias ha llevado al consumo excesivo de agua embotellada, que tiene mucho que ver con las emisiones de carbono y con otro gran problema: la presencia de los plásticos.

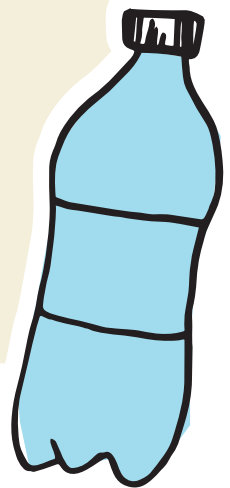
PARA FABRICAR UNA BOTELLA DE PLÁSTICO DE 1 LITRO SE REQUIEREN:



W. IMAGINA TU BOTELLA 1/10 LLENA DE ACEITE

ESTO ES LO QUE SE NECESITA PARA PRODUCIR 1 BOTELLA DE PLÁSTICO.

México es el país que más agua embotellada consume, aunque existen muchos sitios cuya calidad del agua la hace segura para uso y consumo humanos. En otros países, el agua embotellada es un asunto de estilo de vida o una mercancía *gourmet*.





¡LOS PLÁSTICOS ESTÁN EN TODAS PARTES!

Los plásticos pueden fabricarse a partir de distintas materias primas, pero principalmente del petróleo. La producción de petróleo implica muchas actividades intensivas en energía que generan grandes cantidades de GEI. Hoy sabemos que los plásticos están por todas partes, incluso en los organismos de seres vivos, como tú y como yo. Deshacernos de ellos es prácticamente imposible, pero parece que no sabemos cómo vivir sin ellos.

Quizás este sea un buen momento para repensarnos y cambiar algunos hábitos. Pequeñas acciones, cuando se realizan de manera colectiva, pueden lograr grandes transformaciones.

¿CÓMO NAVEGARÍAS ESTOS RETOS AMBIENTALES Y SOCIALES?



Para saber más

L. Libros

- Ellycia Harrould-Kolieb y Jacqueline Savitz (2009). Acidificación ¿cómo afecta el CO₂ a los océanos? Oceana, segunda edición.

P. Publicaciones científicas

- Saúl Guerrero, Kevin Ponce y Liza Gutiérrez (2023). ¿Se ensuciará toda el agua del planeta? Revista de Divulgación Multidisciplinaria del Centro Universitario de la Costa; Año 2, no. 3, p. 49-54.
- Margarita Pacheco, Rodrigo Botero y Édinson Muñoz (2020). Los Ríos Voladores y el monstruo de mil cabezas. Revista Ambiental ÉOLO. Ed. 19, año 14, p. 12-29.
- Rosmelin Estupiñan y Benjamín Quesada (2010). El proceso Haber-Bosch en la sociedad agroindustrial: peligros y alternativas. CLACSO: El otro derecho, no. 42, p. 75-96.
- Jean-Pierre Gattuso et al. (2015). Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios. Science, vol. 349, issue 6243.
- Richard A. Feely et al. (2004). Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans. Science, 305(5682), p. 362-366.
- Rick Wanninkhof et al. (2021). Integrated ocean carbon research: a summary of ocean carbon research, and vision of coordinated ocean carbon research and observations for the next decade. IOC-UNESCO. Technical series, 158.

W. Sitios web

- National Ocean Service. Intercambio de CO₂ entre el océano y la atmósfera. NOAA. [https://sos.noaa.gov/datasets/ocean-atmosphere-co₂-exchange/](https://sos.noaa.gov/datasets/ocean-atmosphere-co2-exchange/)
- U.S. Geological Survey [USGS]. ¿Cuánta agua hay en la Tierra? https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
- Radermacher, M. (2020). ¿Cómo el agua embotellada daña nuestro medio ambiente? <https://www.iagua.es/blogs/maike-radermacher/como-agua-embotellada-dana-nuestro-medio-ambiente>

CAPÍTULO 3

DEL PLATO A LA BOCA

Comer es una de nuestras necesidades básicas y uno de los mayores placeres de la vida. Cuando comemos, usamos todos nuestros sentidos. Los alimentos nos resultan deliciosos por su forma, color, olor, textura y, por supuesto, su sabor. A través de la comida experimentamos y conocemos la diversidad de alimentos que producen la tierra y el mar según el tipo de clima de un sitio o región. También obtenemos información sobre las personas y sus historias.

¿Has notado cómo varían las dietas de un lugar a otro? ¿Te has preguntado cómo era la alimentación en el pasado? La **dieta** de los primeros seres humanos consistía en carne y plantas silvestres. Con el manejo del fuego —uno de los primeros y más significativos avances tecnológicos de la humanidad—, la dieta y nuestros organismos cambiaron abruptamente; ya podíamos cocer los alimentos. Más tarde, hace unos 10 000 años, surgieron las primeras comunidades agrícolas que cultivaban, producían y almacenaban sus alimentos.

La expansión de los asentamientos humanos y las civilizaciones dio lugar a patrones dietéticos en distintas regiones, lo cual se potenció con la creación de redes de comercio y con los procesos de colonización, que llevaron, eventualmente, al intercambio de productos y alimentos a nivel global, así como a procesos **extractivistas**, de despojo y crisis.

w.



Los productos más consumidos en el mundo (por ejemplo: cacao, café, tabaco, azúcar, especias) se producen en regiones que históricamente han sufrido invasiones y conquistas (Latinoamérica, Asia y África).

Además de la ambición por los minerales y, más tarde, por los **hidrocarburos**, muchos procesos de colonización ocurrieron por el deseo de tener acceso a especias y alimentos.

Ante los riesgos y las amenazas en dichas regiones, es importante pensar en alternativas más viables, responsables y sostenibles.

Hoy en día, esas mismas regiones son las más amenazadas por los efectos del cambio climático debido a su ubicación geográfica, donde ocurren varios fenómenos climáticos, a su **biodiversidad**, altamente codiciada, y a que cuentan con menos **recursos** para atender los retos de adaptación.

Surgió también la necesidad de conservar los alimentos, por ejemplo, a través del salado y secado de carnes, la fermentación de alimentos como el pan y el vino, o la producción de encurtidos. Con la llegada de la Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX), se introdujo la conservación de alimentos mediante el enlatado y el desarrollo de técnicas de **pasteurización**, que permitieron la producción en masa y la distribución a gran escala de alimentos procesados, especialmente en áreas urbanas.

En el siglo XX, se implementaron **tecnologías** como la refrigeración, la congelación, la **liofilización** y la **irradiación** de alimentos. Entre las décadas de 1950 y 1970, se buscó la manera de producir más alimentos y asegurar que las personas tuvieran qué comer, especialmente en los países más afectados por las guerras mundiales del siglo XX. Se introdujeron semillas de

alto rendimiento, **fertilizantes** químicos, plaguicidas y prácticas intensivas que incluyeron el uso de maquinaria y sistemas de irrigación modernos. A esta transformación de la agricultura a nivel mundial se le llamó la Revolución Verde por el acelerado desarrollo de monocultivos, lo que provocó una gran pérdida de diversidad biológica y cultural, pues se desplazaron algunas prácticas y saberes tradicionales de relación con la tierra.

Si bien los **ciclos del carbono** y del nitrógeno son fundamentales para el crecimiento de las plantas, el nuevo modelo agrícola provocó cambios significativos en la química de los suelos y del agua, además de un alto consumo de energía debido al uso de máquinas. ¿Sabías que entre el 50% y el 60% de la producción mundial de alimentos depende de los fertilizantes nitrogenados que se producen a partir de **combustibles fósiles**? Los combustibles fósiles no solo sirven para generar energía o para el transporte, sino que también constituyen la base de la industria agroquímica. Por tal motivo, nuestros alimentos dependen en gran medida de estos combustibles.



ALIMENTOS E
HIDROCARBUROS

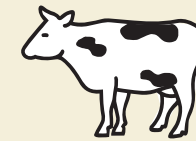
- L. En su libro *Primavera Silenciosa* (1962), Rachel Carson expuso los impactos negativos del nuevo modelo de producción agrícola, que dañaba la biodiversidad y los suelos al implicar un uso intensivo de químicos y maquinaria. Su obra inició un gran movimiento activista para promover la creación de una legislación que protegiera el medio ambiente frente a esta ola de "modernidad". Actualmente, continúa la crítica y la lucha en contra de las malas prácticas de la agroindustria a través de la búsqueda de sistemas más justos para las personas productoras y consumidoras, así como para la naturaleza. Una de las personas más influyentes en esta materia es Vandana Shiva, una física teórica de India, quien promueve métodos agrícolas tradicionales y sostenibles.
- W. Las actividades agrícolas representan aproximadamente el 30 % del total de las emisiones de **gases de efecto invernadero** a nivel mundial, además de ser el sector con el mayor consumo de agua dulce del planeta. La forma en que producimos los alimentos a nivel industrial tiene un fuerte impacto en el medio ambiente y en la forma de vida de las personas. Una alternativa a este modelo son las prácticas **agroecológicas**, que no solo reorientan la producción de alimentos, sino que también incluyen la rotación de cultivos, que ayuda a mantener un suelo sano y, con ello, una mayor capacidad de captura de CO₂ y un mejor rendimiento en los cultivos. Además, estas prácticas promueven el comercio local y el consumo de temporada, acciones que contribuyen a reducir el uso de productos químicos y a reducir las distancias de transporte de los alimentos y su almacenamiento.
- P.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Para determinar cuáles son los productos que más emisiones de gases de efecto invernadero generan, se mide el impacto de cada uno de ellos basado en un análisis de ciclo de vida, expresado en kilogramos equivalentes de CO₂ por cada kilogramo de alimento:

W.

(kgCO₂e/kg)



CARNE DE VACA:
70.6 kgCO₂e/kg DE CARNE



CARNE DE CORDERO:
39.7 kgCO₂e/kg DE CARNE



MARISCOS:
26.9 kgCO₂e/kg DE MARISCOS



QUESO:
23.9 kgCO₂e/kg DE QUESO



PESCADO:
13.6 kgCO₂e/kg DE PESCADO

LAS TRES HERMANAS DE LA MILPA



CALABAZA

FRIJOL

MAÍZ

Sin embargo, también necesitamos nuevos modelos económicos y comerciales que favorezcan otras formas de producción. Muchas de ellas han existido durante cientos de años. Por ejemplo, la milpa es una práctica ancestral de Latinoamérica en la que se cultivan diversos alimentos en un mismo terreno, aprovechando la compatibilidad de especies, y alrededor de la cual se ha desarrollado toda una serie de **culturas alimentarias**.

Los modelos **agroecológicos** aportan numerosos beneficios; quizás por eso han perdurado durante siglos y valga la pena apoyar su expansión. Son tan eficaces que incluso en zonas urbanas se están adoptando para mejorar la calidad de vida de las personas, reducir los impactos ambientales y las emisiones de carbono. Además, estas prácticas ayudan a mejorar la capacidad de los suelos para el **secuestro de carbono**. Un suelo sano, con un balance adecuado de porosidad, textura y contenido de materia orgánica, es más funcional y proporciona alimentos más nutritivos, agua limpia y ayuda a combatir el cambio climático.

Sin embargo, la necesidad de contar con más alimentos y el deseo de expansión de las industrias han resultado en que cerca de la mitad de los bosques y selvas del planeta hayan sido convertidos en zonas de pastoreo o cultivo, por lo que cada año se pierden grandes porciones de estos valiosos **ecosistemas**.

P.

¿CUÁNTO CO₂ SE GENERA? PROCESO DE TRANSFORMACIÓN Y CAMBIO DEL USO DE SUELO



P.

En muchas ocasiones, la tala de árboles también está relacionada con la producción de **biomasa** para la generación de energía o para la exportación de maderas (especialmente a países desarrollados). Estas prácticas suelen estar escasamente reguladas o resultan difíciles de gestionar. Lamentablemente, se da prioridad a las actividades comerciales —al dinero— por encima del verdadero valor de los bosques, las selvas, los **manglares** y los océanos: sostener la vida de todas las especies que cohabitamos en este planeta.

Por otro lado, tenemos el problema de los **desechos**. Aproximadamente un tercio de los alimentos terminan en tiraderos o en rellenos sanitarios y, con ello, aumentan las emisiones de **metano** a la **atmósfera**. ¿No te parece increíble que, mientras en algunos sitios no hay alimentos suficientes o de buena calidad, en otros terminan en la basura? Si lo pensamos bien, en la naturaleza no existe el concepto de desecho, pues todo es aprovechado y se reintegra a los **ciclos biogeoquímicos**.



La **circularidad** está inspirada en la naturaleza y es una contrapropuesta al modelo lineal de *producir-consumir-desechar*. Con ella se busca reducir, reutilizar, reciclar y prolongar el tiempo de vida de varios productos.

Existen varias alternativas para reducir los impactos en el ambiente asociadas a lo que comemos, por ejemplo:

- Considerar la producción y consumos de alimentos de temporada.

- Fomentar la producción y el consumo local vs la producción industrial.
- Separar y manejar adecuadamente los residuos.
- Consumir solo lo necesario y evitar el desperdicio.

Los efectos indirectos de nuestras formas de alimentación están relacionados con qué y cómo lo consumimos, algo que, en gran medida, está controlado por los intereses económicos de las industrias. Cuando consumimos alimentos que no son locales, estos deben transportarse desde sitios lejanos y requieren almacenamiento. El transporte de estos alimentos genera grandes emisiones de CO_2 . Asimismo, para madurar algunos de ellos se usa etileno (C_2H_4), que también es un hidrocarburo. También los plásticos con los que se entregan y distribuyen están hechos con combustibles fósiles.

Existen otras alternativas para alimentarnos y la naturaleza es muy sabia, pues produce alimentos de acuerdo con el clima y la temporada del año de cada sitio o región. Hoy en día, no nos damos cuenta de ello porque todo el año tenemos a nuestra disposición cualquier alimento que se nos antoje, pero eso implica que los alimentos que no son locales o de temporada vienen de otro sitio. ¿Qué tal si consumiéramos productos locales y de temporada? Quizás tendríamos alimentos de mejor calidad, con una menor **huella de carbono**, y podríamos diversificar nuestras dietas a lo largo del año preparando distintos platillos. Además, podríamos regresar a la sincronía ancestral con los procesos de la naturaleza. Desafortunadamente, para algunas personas —por ejemplo, en las grandes ciudades— hay pocas alternativas para elegir el tipo de alimentos que pueden consumir.

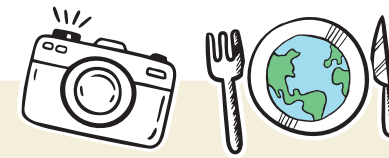
L.

Una de las consecuencias del cambio de uso de suelo y de la agroindustria son la pérdida de biodiversidad, las modificaciones de los ecosistemas y las elevadas emisiones de CO_2 . Si conocemos nuestros territorios y recobramos nuestro sitio

como parte de los ecosistemas, podríamos ayudar a mejorar el acceso a alimentos, agua, madera, fibras y productos medicinales, así como a regular el clima y controlar la calidad del aire y del agua. Además, los territorios son espacios para la recreación, la espiritualidad y la conexión con el resto de los seres humanos y **no-humanos** con quienes coexistimos.

L. Desafortunadamente, cada vez más extensiones de tierra son transformadas para la ganadería masiva, lo que degrada el suelo y afecta el ciclo hídrico. Asimismo, se libera metano en exceso debido a la dieta y los procesos metabólicos del ganado. En Latinoamérica, cada año se pierden 3 millones de hectáreas de bosques y selvas debido a la conversión de terrenos para la ganadería. Esto abarca más que todo el territorio de Belice (2.3 millones de hectáreas).

Si bien la dieta es un reflejo de la cultura y los recursos naturales de una región, hoy en día se ha convertido en una tendencia o moda, pues queremos comer lo que sea, cuando sea y donde sea. Esto también está vinculado a fuertes **desigualdades** sociales y económicas. No todas las personas tienen la seguridad de que mañana podrán comer, ni el privilegio de elegir qué comer. Nuestras dietas representan muchas cosas: en algunas sociedades, el consumo de carne, especialmente la roja, es símbolo de un cierto nivel socioeconómico; en otros casos, los ingredientes animales y vegetales de los platillos son una muestra de la diversidad cultural. Para otros, es simplemente una cuestión de gustos y preferencias, o de lo que se tiene al alcance.



El fotógrafo Peter Menzel y la escritora Faith D'Alusio realizaron un proyecto que derivó en la publicación del libro *Planeta Hambriento*, en el que mostraron, a partir de 24 fotos, los ingredientes de la dieta semanal de distintas familias de todo el mundo. Los resultados fueron interesantes y contrastantes, pues la enorme expansión de las compañías internacionales y las presiones de mercado han incluso modificado los hábitos alimentarios en el mundo.

Existe una notable diferencia entre lo que consumimos, cuánto nos nutre, cuánto nos cuesta y el impacto que tiene en el medio ambiente. Quienes estudian la huella de carbono de los alimentos han observado que gran parte de las emisiones que se generan están fuertemente influenciadas por las técnicas y procesos de producción, almacenamiento, transporte y empaquetado.



W.

En Latinoamérica, mujeres y hombres, pensadores y activistas, han propuesto rescatar saberes comunitarios, prácticas agroecológicas y formas de vida y de educación para reconectar con la naturaleza, garantizar nuestra subsistencia y retomar el sentido de comunidad y pertenencia. Asimismo, encontramos iniciativas como el *Ecoliteracy Center*, en California, que promueve la educación ecológica para niñas, niños y personas adultas mediante la integración de espacios como jardines y huertos urbanos con las aulas.

Existen muchas acciones para reducir nuestra huella en el medio ambiente en lo que se refiere a nuestra alimentación. Algunas son muy sencillas y fáciles de lograr; otras requieren transformaciones más profundas en nuestra forma de pensar y vivir, o en las políticas públicas y la economía, pero todas ellas cuentan y son posibles. Al comprar, cocinar, desechar y compartir, hay alternativas mejores para mejorar la salud y la relación con la naturaleza.

¿POR DÓNDE SE TE ANTOJA EMPEZAR?



Para saber más

L. Libros

- Carson, R. (1962). *La primavera silenciosa* (1.ª ed.). Editorial Houghton Mifflin.
- Shiva, V. (2024). *El retorno a la Tierra*. Editorial Icaria.
- Norberg-Hodge, H. (2016). *Futuros antiguos: aprendizajes de Ladakh*. Editorial Reviews.

P. Publicaciones científicas

- Wojciech Dmuchowski, Aneta H. Baczevska-Dąbrowska and Barbara Gworek (2022). Agronomy in the temperate zone and threats or mitigation from climate change: A review. *CATENA*, vol. 212.
- Mackey, B. et al. (2013). Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy. *Nature Climate Change*, vol. 3(6), p. 552–557.
- Nabipour Afrouzi et al. (2023). A comprehensive review on carbon footprint of regular diet and ways to improving lowered emissions.

W. Sitios web

- Blanco Berglund, M. (2023, 1 de mayo). Hábitos alimentarios y colonialismo: Del nacimiento del comercio colonial a la economía globalizada. *Ritimo*. <https://www.ritimo.org/Habitos-alimentarios-y-colonialismo-Del-emergente-comercio-colonial-a-la>
- IAEA (Autoridad Internacional de Energía Atómica). Reducción de los gases de efecto invernadero. <https://www.iaea.org/es/temas/reduccion-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- National Geographic. (23 de octubre de 2023). Cambio climático: qué alimentos producen las mayores emisiones de gases de efecto invernadero. <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/10/cambio-climatico-que-alimentos-producen-las-mayores-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero> arxiv.org
- The Ecoliteracy Project. <https://www.ecoliteracy.org/>

CAPÍTULO 4

LO QUE NOS MUEVE

Cuando miramos una obra de arte, escuchamos una canción o bailamos, hay muchas emociones y sensaciones que nos mueven. De la misma manera, las acciones y decisiones que tomamos están guiadas por lo que pensamos y sentimos. La definición de **energía** nos dice que es “*la capacidad de una fuerza para generar trabajo o realizar una acción*”. Por ello, todo lo que se genera desde nuestros cuerpos y mentes, hasta aquellos procesos sofisticados de la naturaleza y la ingeniería, son poderosas fuentes de energía capaces de mover(nos) y transformar(nos).

Existen diversas fuentes de energía. Por ejemplo, la **energía química** es la que obtenemos a través de los nutrientes de los alimentos que consumimos, que se transforman en azúcares y grasas para que nuestros órganos realicen sus funciones. Otras fuentes de energía provienen de distintos elementos de la naturaleza, como el Sol, el viento, las corrientes de agua y la **biomasa**, por mencionar algunos. En algunos idiomas indígenas se utilizan diferentes palabras para referirse a distintos tipos de energía, pues no es lo mismo la energía solar, la del río, la de una máquina, la del espíritu y la del cuerpo humano. Desafortunadamente, en español no contamos con esa amplia variedad de términos. Sin embargo, es importante entender que entre un tipo de energía y otro existen diferencias en las formas, las escalas y los impactos.

→ w.

Con el desarrollo de la **tecnología**, en distintos momentos de la historia, hemos buscado hacer nuestro día a día más sencillo utilizando los **recursos** naturales. La tecnología es una de las herramientas que la humanidad ha creado para mejorar diversos aspectos de su vida, tanto a nivel individual como colectivo.

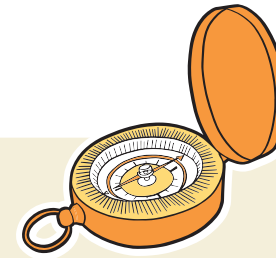
- L. Consiste no solo en crear máquinas, sino también en desarrollar procesos, métodos y técnicas. Todo ello está inspirado en las historias, contextos, valores y **sentipensares** de quienes la

LA CHISPA QUE NOS TRANSFORMÓ: COCINA, CONVERSACIÓN, COMUNIDAD



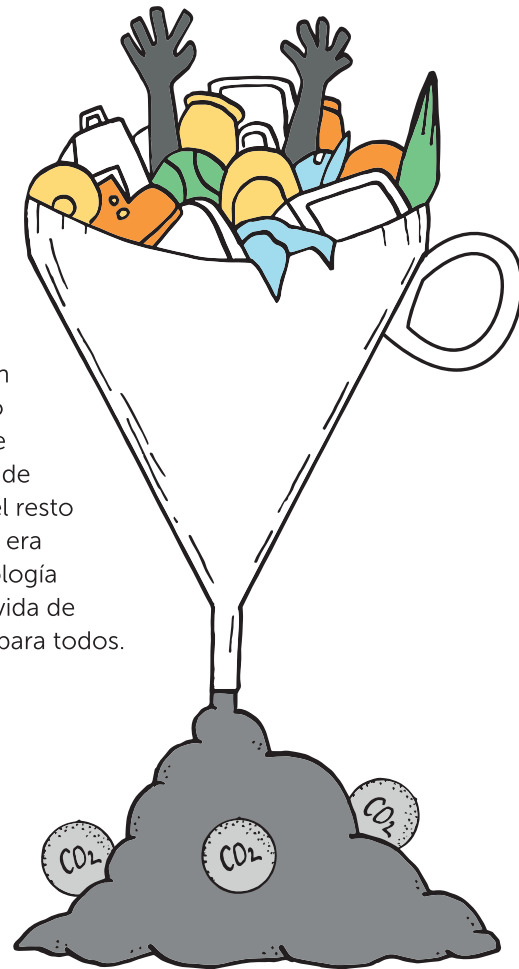
diseñan. La tecnología nace de la necesidad, la creatividad y la curiosidad—grandes motores de la humanidad. Gracias a ella, convertimos la radiación solar, la fuerza motriz del viento y del agua, los **hidrocarburos** o la energía del núcleo de algunos átomos en energía calórica, motriz o eléctrica.

Hace más de 1.5 millones de años, nuestros ancestros aprendieron a manejar el fuego. El uso del fuego fue fundamental en nuestra evolución y ayudó a cocinar alimentos, calentarnos, protegernos de depredadores y también a facilitar la socialización. Nos reunimos en torno al fuego y quizás fue ahí donde surgieron el lenguaje y las interacciones sociales. Como verás, históricamente, la tecnología ha sido una herramienta para conectarnos.



Inventos como la rueda, los barcos y los instrumentos de navegación abrieron la posibilidad de llegar más allá de los horizontes conocidos, lo que eventualmente dio paso a la **globalización**. Desde entonces, se han creado **interdependencias** alrededor del mundo mediante el intercambio de recursos, conocimientos y fuerza de trabajo. Esto fue posible gracias a la tecnología.

¡QUE EL CONSUMISMO NO TE CONSUMA!



LA ACUMULACIÓN
SE TRADUCE EN GRANDES
EMISIONES (INNECESARIAS)
DE CARBONO.

A finales del siglo XVIII, Thomas Newcomen inventó la máquina de vapor, que más adelante fue mejorada por James Watt. Este dispositivo fue clave para la Revolución Industrial e impulsó la producción y el consumo de **combustibles fósiles**, en particular el carbón. Muchas personas empezaron a ser movidas no solo por las nuevas máquinas, sino también por el deseo de acumular. Se propagó una idea de **desarrollo** proveniente de países altamente industrializados, donde las personas estaban desacopladas del resto de la naturaleza y su objetivo máximo era producir, vender y consumir. La tecnología parecía una promesa para mejorar la vida de las personas; sin embargo, no fue así para todos.

W.

L.

En esa misma época se registró un incremento significativo de las concentraciones de **carbono** en la **atmósfera**, principalmente debido a la quema de hidrocarburos. Hoy en día, podríamos pensar que la era digital está libre de contaminantes, pero la

P.

realidad es que muchas de las actividades físicas o virtuales que realizamos dependen, de alguna forma, de la tecnología y tienen un alto **impacto ecológico** que a veces no podemos ver, pero que existe. Las grandes emisiones asociadas a la era digital están estrechamente relacionadas con el consumo de energía que las mantiene operando de forma constante.



Las actividades del mundo digital generan tantas emisiones a nivel global como la aviación (4 %). Aunque nos ayudan a mejorar nuestra vida diaria, también tienen un importante impacto ambiental y social.

Actualmente, gran parte de la energía que se consume en el planeta proviene de fuentes fósiles. ¿Recuerdas la frase de Antoine Lavoisier que dice que "la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma"? Pues hace 350 millones de años las plantas y algas absorbieron enormes cantidades de CO₂ de la atmósfera a través de la **fotosíntesis** y con el paso del tiempo estos organismos se convirtieron en hidrocarburos. Ese antiguo CO₂ es el mismo que hoy se libera en los procesos de combustión. Aunque las crecientes concentraciones de CO₂ ponen en riesgo a la naturaleza y a las personas, la demanda y el consumo de energía se han vuelto insaciables y requerimos de más y nuevos recursos energéticos para las tareas sencillas y cotidianas, así como para las complejas y extraordinarias.

Las fuentes de energía como el sol, el viento y la **geotermia** son **renovables** y emiten menos GEI durante su generación. Por esta razón, se les ha dado mayor difusión y forman parte de una estrategia global para crear economías reducidas en carbono, pero esto no significa que no tengan un impacto negativo. La infraestructura que requieren y todos los procesos de generación y distribución utilizan grandes cantidades de minerales y otros recursos, afectando a la **biodiversidad** y a las comunidades cercanas a donde se desarrollan los proyectos, ya sea de manera directa o indirecta.



La energía puede generarse a partir de diversas fuentes. Cada país o localidad tiene una **matriz energética** distinta, definida por el porcentaje de energía generada a partir de distintos recursos (hidrocarburos o renovables).

TECNOLOGÍA Y FUENTES DE ENERGÍA



Recordemos que todo lo que produce la humanidad consume agua y energía, y genera residuos, y que no todas las personas generan la misma cantidad de emisiones y residuos: el 1% más rico del mundo genera tantas emisiones como dos tercios del resto de la población. Entonces, el mayor reto, como puedes ver, es reducir las desigualdades y lograr una mejor distribución tanto de la energía como de otros recursos y servicios.

W.

PARA APROVECHAR DIVERSAS FUENTES DE ENERGÍA SE REQUIERE DE INFRAESTRUCTURA Y DIVERSOS PROCESOS PARA SU GENERACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y USO.

Se ha denominado **energías limpias** a aquellas cuya **huella de carbono** es menor que la de los hidrocarburos, aunque cabe mencionar que esta definición omite otros impactos sociales y ambientales más allá de las emisiones. Un aspecto a destacar es que las afectaciones que puede tener cualquier proyecto de energías “limpias” o convencionales son proporcionales a su escala de implementación. Los **megaproyectos** tienen un tamaño y una duración muy grandes, por lo que sus impactos también lo son. En el caso de la generación de energía, este tipo de proyectos abastecen principalmente a la industria y a las grandes ciudades, en tanto que a menudo no representan ningún beneficio para las comunidades locales. Pero ¿será que todo deba ser masivo? ¿En verdad necesitamos todo lo que producimos?

L.
L.

EL TAMAÑO DE LAS COSAS... Y DE SUS IMPACTOS

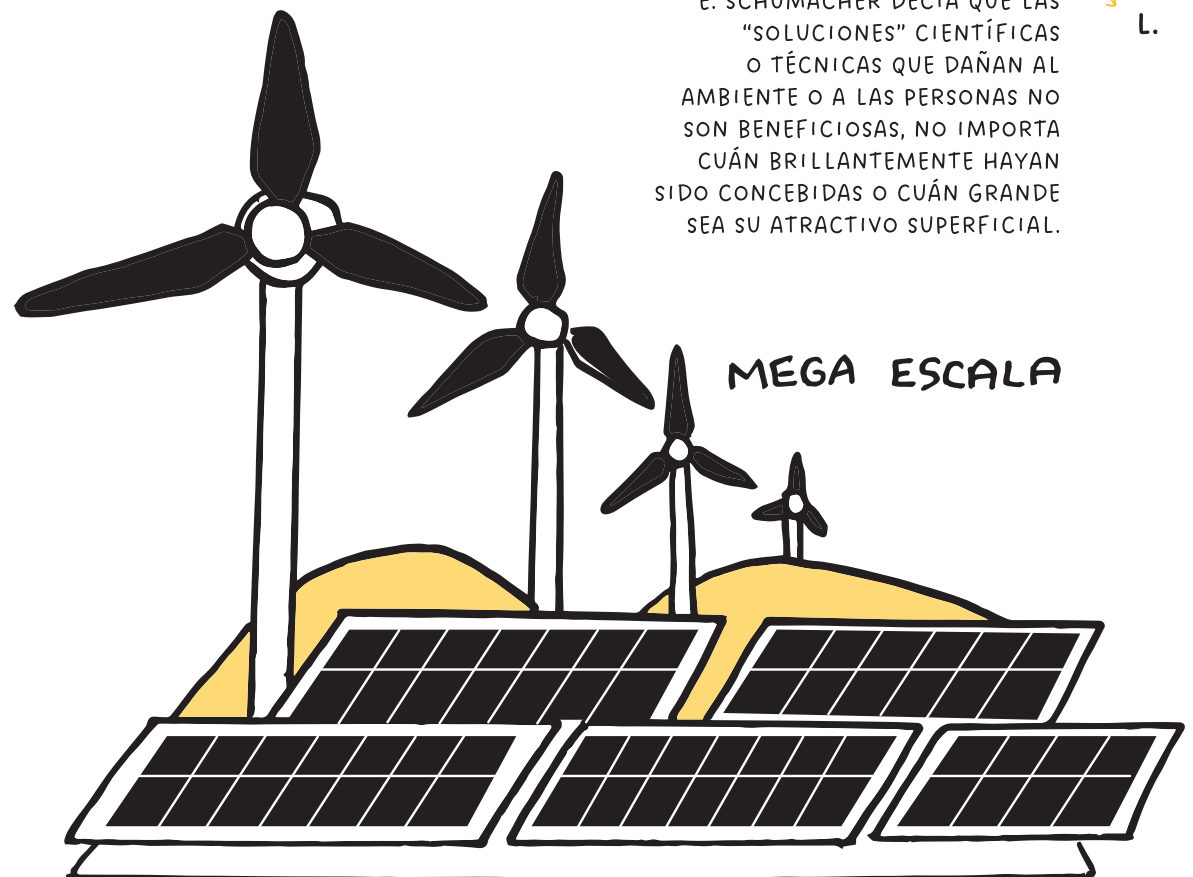
PEQUEÑA ESCALA



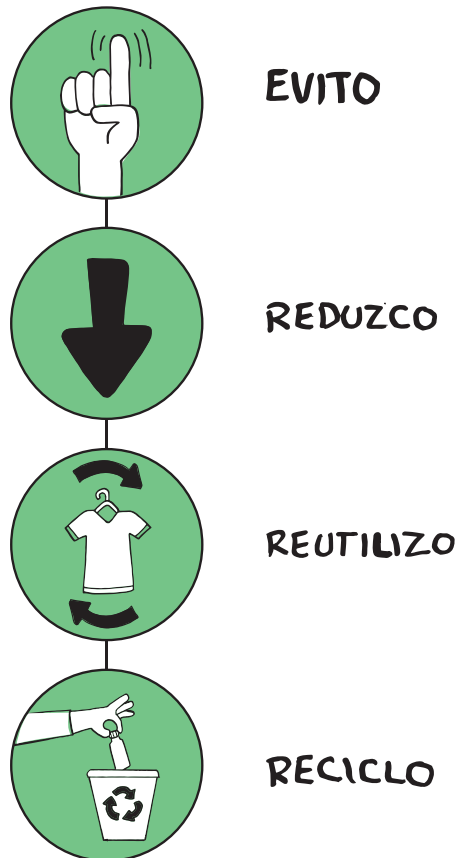
Hay maravillosos ejemplos de comunidades que **autogestionan** sus recursos energéticos y han desarrollado modelos basados en sus contextos, actividades y, sobre todo, desde una visión **comunitaria**. Aunque parezca una utopía, estos proyectos son una realidad y llevan décadas funcionando con una estrecha y respetuosa relación con la naturaleza y su cultura. Algunos de ellos son principalmente liderados por comunidades indígenas y **pueblos originarios**. Podemos encontrarlos en México y en muchas otras partes del mundo.

E. SCHUMACHER DECÍA QUE LAS “SOLUCIONES” CIENTÍFICAS O TÉCNICAS QUE DAÑAN AL AMBIENTE O A LAS PERSONAS NO SON BENEFICIOSAS, NO IMPORTA CUÁN BRILLANTEMENTE HAYAN SIDO CONCEBIDAS O CUÁN GRANDE SEA SU ATRACTIVO SUPERFICIAL.

L.



Ahora bien, suponiendo que pudiéramos prescindir de los megaproyectos y de los combustibles fósiles para la generación de energía, aún tendríamos una alta dependencia de los hidrocarburos en otros ámbitos, como el transporte, los medicamentos, los alimentos y la ropa, por mencionar algunos. Dado que no podemos renunciar a ellos, lo mejor es dejar de consumir lo que no necesitamos. Te compartimos un principio que puede ser de gran ayuda en esta tarea:



Existe una fuerte relación entre el consumo, las emisiones y los residuos. La reducción de la huella de carbono de los productos inicia desde su diseño, que es responsabilidad de la industria y sus fabricantes, y depende de las materias primas y de los procesos de producción, almacenamiento y distribución. También debemos saber cuál es el destino final de un producto una vez que termina su vida útil, si puede **recircularse** o si es posible prolongar su uso. Sin embargo, mientras continuemos arraigados en una lógica de producción y consumo más, será imposible resolver este problema. Recordemos que vivimos en un mundo que, aunque parece enorme, tiene límites.



Como puedes notar, el gran problema de las emisiones es conjunto y depende tanto de las grandes industrias (producción) como de los gobiernos (políticas públicas y regulación) y de la sociedad (consumidores). Se requiere de políticas públicas e iniciativas que repartan de manera justa las responsabilidades entre todas las partes y repensar cómo desafiar la falsa idea de desarrollo donde solo unos cuantos se benefician.

¡NUESTRAS ACCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS SUMAN!

Gracias a la tecnología, las grandes industrias pueden reducir emisiones mediante el proceso conocido como **descarbonización**, pero aun así es imposible lograr cero emisiones, ya que hay emisiones inevitables que se liberan a la atmósfera. Para **compensar** estas emisiones y cumplir con los límites permitidos por la regulación de cada país, las empresas invierten en proyectos que remueven emisiones de la atmósfera por ellas. Pero, ¡atención!, es justo aquí donde podemos caer

en una trampa. Reducir y compensar no garantizan un cambio en el comportamiento de las empresas y mucho menos que las emisiones desaparezcan como por arte de magia.



El lavado verde o **greenwashing** es una estrategia utilizada por algunas corporaciones que les permite aparentar ser más ecológicas o sostenibles de lo que realmente son, evadiendo así sus responsabilidades ambientales y sociales.

Existen muchas formas de **geoingeniería** que plantean la intervención humana en los sistemas naturales con el fin de contrarrestar los efectos del cambio climático. Algunas propuestas se inspiran en procesos naturales, como la reforestación o la restauración de los suelos, mientras que otras se basan fuertemente en tecnologías de punta, como la captura de CO₂ directamente del aire. Estas estrategias tienen ventajas y desventajas, y varias aún están en fase experimental. Varios estudios científicos respaldan estas intervenciones; sin embargo, la geoingeniería enfrenta fuertes dilemas éticos, económicos y políticos, ya que puede ser tomada como bandera para no hacer frente al sistema actual, que crece como si el mundo fuera ilimitado, lo que es precisamente la raíz del problema. Entonces, se corre el riesgo de que, en vez de resolver un problema, se generen otros.

Todavía no sabemos si es posible y viable implementar todas estas estrategias a gran escala, ni cuáles serían sus consecuencias. Existen varias interacciones dentro del **ciclo del carbono** que deben identificarse, cuantificarse y monitorearse para asegurarnos de que el CO₂ **removido** de la atmósfera se almacene de forma permanente o se reintegre a los ciclos geoquímicos de manera segura. Además, es fundamental anticipar los impactos ambientales, ecológicos y sociales de dicha implementación para asegurarnos de lograr el beneficio deseado y no vernos sorprendidos por resultados inesperados. La tecnología puede ofrecer herramientas útiles para reducir la enorme cantidad de carbono acumulado en la atmósfera, pero por sí sola no representa la solución. Sin un cambio profundo y sistémico en la economía y las formas de producción, los avances tecnológicos serán insuficientes ante la magnitud del desafío climático que enfrenta la humanidad hoy.



P.

Aunque a veces el uso de la tecnología no ha resultado como esperábamos, es inevitable pensar en las ventajas que nos aporta. Por ejemplo, con el transporte podemos desplazarnos de un lugar a otro, incluso a largas distancias. Si la única fuerza que tuviéramos fuera la humana, llegaríamos solamente a donde nuestro cuerpo nos lo permitiera, pero hemos inventado dispositivos que nos han llevado tan lejos como a otros continentes e incluso al espacio exterior. Sin embargo, no podemos olvidar que la tecnología también es y ha sido usada como una forma de poder y crea grandes desigualdades; es ahí donde debemos tener mucho cuidado con ella.

En promedio, el transporte (automóviles, camiones, aviones, trenes y barcos) aporta aproximadamente el 25 % de las emisiones globales de GEI, ya que opera con combustibles fósiles principalmente. Los barcos y aviones son grandes emisores de CO₂, tanto por el transporte de personas como por

todas las mercancías que consumimos y que vienen de lugares distantes. Cada objeto transportado tiene una huella de carbono que agrava el problema de la acumulación de emisiones. He aquí otra de las razones para elegir el **consumo local**, que ayuda a ahorrar las largas distancias de transporte.

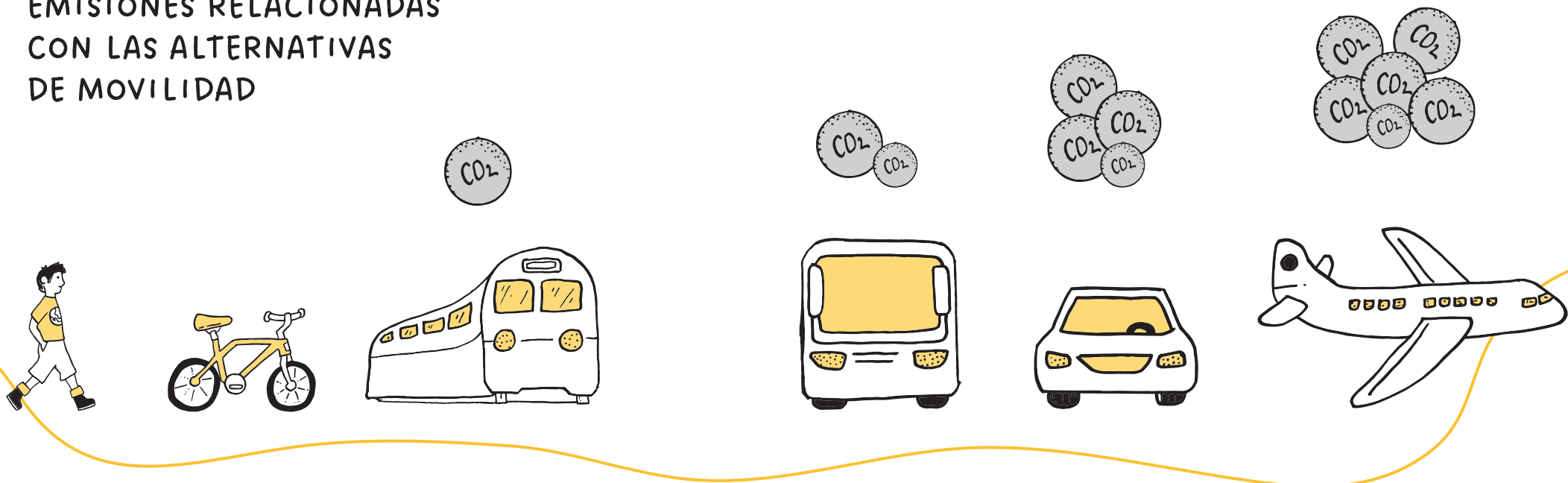
Los automóviles eléctricos representan una alternativa para abordar los problemas de contaminación local. Sin embargo, si la energía de la que se nutren proviene de combustibles fósiles, su huella de carbono sigue siendo alta, porque las emisiones se están generando en otro lugar. Pero si de movernos se trata, ¿qué tal la alternativa de andar en bicicleta o de usar el transporte público? Estas son quizás las mejores opciones,

W.

aunque hay varios factores que determinan si son las más viables. Es importante reconocer que existen diversos contextos y que lo que para unas personas funciona, para otras puede no funcionar.

La innovación está ayudando a crear nuevas soluciones, pero también debe garantizar que sean accesibles y asequibles para la mayoría de las personas, pues hasta ahora las tecnologías "verdes" son un lujo que solo unas pocas personas o países pueden permitirse. Además, su producción genera otros impactos importantes, como la alta extracción de minerales, la degradación de ecosistemas y las desigualdades. Al intentar atender problemas globales —como las emisiones de GEI—, a menudo se crean graves conflictos locales.

EMISIONES RELACIONADAS CON LAS ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD



Usando nuestra creatividad y experiencias, podemos imaginar cómo utilizar la fuerza de nuestra mente y de nuestro espíritu para movernos en armonía con el resto del planeta. Esta fuerza adquiere mucho más sentido cuando se convierte en una acción colectiva que reconoce las desigualdades energéticas que nos atraviesan. Identifiquemos lo que compartimos con otras personas para crear comunidad y, conjuntamente, pongamos la tecnología y nuestros conocimientos al servicio del bien común y no del lucro. Dentro y fuera de nosotros existe una gran fuerza capaz de transformar(nos). En el encuentro entre lo individual y lo colectivo, todo y todos nos conectamos.

Y A TI, ¿QUÉ TE MUEVE?



Para saber más

L. Libros

- Winner, L. (2009). La ballena y el reactor: Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología. Editorial Gedisa.
- Mumford, L. (1971). Técnica y civilización. Editorial Alianza Editorial.
- Schumacher, E. F. (1978). Lo pequeño es hermoso: Economía como si la gente importara (O. Margenet, Trad.). Editorial H. Blume. (Originalmente publicada en inglés en 1973).
- Klein, N. (2014). Esto lo cambia todo: El capitalismo contra el clima. Editorial Paidós.

P. Publicaciones científicas

- Schneider, H., & Samaniego, J. L. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/7956-la-huella-del-carbono-la-produccion-distribucion-consumo-bienes-servicios>
- Strefler, J., Amann, T., Bauer, N., Kriegler, E., & Hartmann, J. (2021). Carbon dioxide removal technologies are not born equal. *Environmental Research Letters*, 16(7), 074021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac0f27>

W. Sitios web

- El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. Crónica de la ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Fundación Ellen MacArthur <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es>
- Xa' Tlan Latamat, Buen Vivir. (2024). Monografía 6: Energía para el Yeknemilis. <https://lasandigital.org.mx/wp-content/uploads/2024/07/Monografi%CC%81a-6-Energi%CC%81a-para-el-Yeknemilis-Xa-Tlan-Latamat-Buen-Vivir.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. Gases de efecto invernadero procedentes del transporte. <https://www.epa.gov/inflation-reduction-act/gases-de-efecto-invernadero-procedentes-del-transporte>

CAPÍTULO 5

NO DEJAR RASTRO

Si pudiéramos viajar al espacio y mirar desde afuera a nuestro planeta, nos daríamos cuenta de que esa *canica azul* tiene límites perfectamente claros que difícilmente notamos desde *dentro*. Vivimos inmersos en una idea constante de crecimiento y consumo que resultan simplemente incompatibles con el mundo en el que vivimos. Desafortunadamente, el argumento de que tener más es equivalente a mayor prosperidad y bienestar no incluye una nota —aunque fuera en “letras chiquitas”— que advierta que la acumulación requiere mucho tiempo y **energía** para sostenerla y que, además, tiene grandes impactos implícitos, incluidas las emisiones de carbono. Por ello, es conveniente reflexionar al respecto para incorporar prácticas en nuestra vida diaria que eviten el consumismo, el desecho y la acumulación.

¿QUÉ TAL SI RESIGNIFICAMOS LAS IDEAS DE “PROSPERIDAD” Y “BIENESTAR”?

Estos conceptos no se refieren necesariamente a tener más cosas, sino a lo que muchas culturas indígenas de Abya Yala (mejor conocida como América) llaman “el buen vivir”. Esta **cosmovisión** ancestral se basa en una vida respetuosa y en armonía con la naturaleza y sus ciclos, en el equilibrio entre lo espiritual y lo material, y en el bienestar colectivo por encima del individualismo. También reconoce las múltiples **interdependencias** entre todos aquellos cuerpos, territorios

→ P.

y seres —animados e inanimados— que somos parte de este maravilloso ser: el planeta Tierra. Pensadores como Ailton Krenak y James Lovelock se refieren a la Tierra como un organismo vivo, cuestionan la separación entre la humanidad y la naturaleza e invitan a dejar de actuar como dueños del mundo. El buen vivir no es solo una filosofía de armonía, sino una propuesta que cuestiona las raíces del modelo económico actual e invita a imaginar otras formas de organización social y política, donde la justicia social y ecológica sean una sola.

L.
L.

La capacidad de la Tierra para regular sus **ciclos biogeoquímicos** depende de las interconexiones y dinámicas entre la **biósfera**, la **atmósfera**, los océanos y otros componentes, incluidos los humanos. A lo largo de los 4 600 millones de años que tiene de existencia nuestro planeta, sus ciclos han variado considerablemente. Esto lo sabemos gracias a evidencias geológicas y **paleontológicas** que nos permiten descifrar cómo eran las condiciones atmosféricas, climáticas y de **biodiversidad** en el pasado. Los eventos más significativos en el planeta han quedado grabados en las rocas, los minerales y los fósiles que conforman el **registro geológico**.

Uno de los aspectos que podemos rastrear en la historia de la Tierra es la variación en las concentraciones de CO_2 . Por ejemplo, sabemos que cuando se empezó a formar la atmósfera del planeta, estaba compuesta principalmente por CO_2 y CH_4 , gracias a los cuales existía un potente **efecto invernadero** que fue fundamental para crear las condiciones climáticas que permitieron la eventual formación de la vida, ya que el Sol era menos brillante que en la actualidad. ¿Cómo lo sabemos? Porque algunas de las rocas más antiguas contienen óxido de hierro, que requiere una atmósfera con gases reductores, como el CO_2 y el CH_4 , para formarse. Estas rocas se formaron justo antes de que aumentaran las concentraciones de oxígeno atmosférico debido a la actividad biológica.

L.

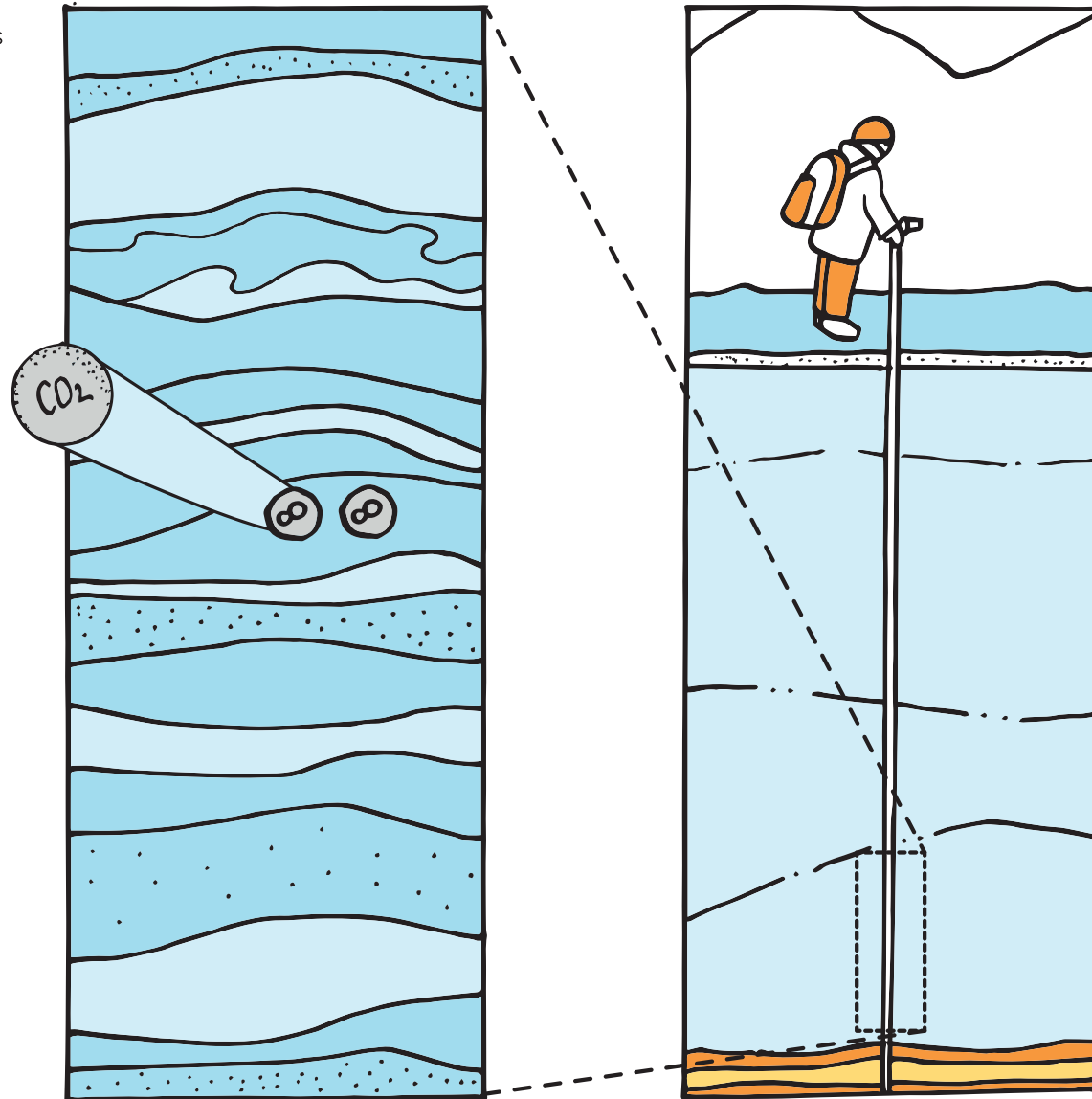
LA TIERRA VIVA

La Tierra como un organismo vivo y en constante transformación recibe muchos nombres desde distintas cosmovisiones.



Un dato interesante es que la mayor de las cinco extinciones planetarias, que ocurrió hace unos 250 millones de años, estuvo estrechamente relacionada con un aumento de las emisiones de CO₂ debido a una intensa actividad volcánica que provocó un calentamiento global extremo y un efecto en cadena que alteró muchos de los ciclos biogeoquímicos del planeta. Aproximadamente el 96% de las especies marinas y el 70% de las terrestres se extinguieron.

Otro aspecto que considerar es la **correlación** entre las concentraciones de CO₂ y los ciclos glaciares e interglaciares de los últimos 800 000 años. Esta información la encontramos en las pequeñas burbujas de gas atmosférico antiguo que quedaron atrapadas en los núcleos de hielo de la Antártida y de Groenlandia, y que muestran una alternancia de niveles altos y bajos de CO₂. Cuando el clima era más frío, los niveles de CO₂ eran más



UN ARCHIVO GEOLÓGICO EN EL HIELO: LA HISTORIA DEL CO₂ EN EL TIEMPO

LAS Y LOS GLACIÓLOGOS SE ENCARGAN DE ESTUDIAR EL HIELO Y LOS GASES DE ESTAS ZONAS PARA ENTENDER CÓMO HA CAMBIADO LA ATMÓSFERA DEL PLANETA.

PEQUEÑAS BURBUJAS DE GASES EN EL HIELO DE LA ANTÁRTIDA Y GROENLANDIA CONTIENEN INFORMACIÓN SOBRE CÓMO ERA LA ATMÓSFERA HACE MILES DE AÑOS.

bajos, y cuando era más cálido, aumentaban. Sin embargo, desde la Revolución Industrial, en el siglo XIX, el incremento acelerado de este gas en la atmósfera ha provocado un desequilibrio significativo en los ciclos y dinámicas planetarios. Este cambio no ha sido producido de manera uniforme a lo largo de toda la historia de la humanidad, sino que surge de un modelo de desarrollo basado en el uso intensivo de combustibles fósiles. Sus efectos se manifiestan hoy en cambios en los patrones climáticos, eventos meteorológicos extremos y afectaciones en los ecosistemas, es decir, en todo aquello con lo que interdependemos.

Estar en contacto con la naturaleza es una de las actividades más saludables y privilegiadas. En algunos lugares del mundo, como Escocia y Japón, se recetan "baños de naturaleza" que ayudan a las personas a sentirse mejor, a crear un sentido de conexión con el planeta y a reconocer interdependencias que a veces parecen invisibles o pasan desapercibidas. Sin embargo, debemos recordar que cada vez que nos adentramos en un ecosistema causamos un impacto. Por eso, es importante asumir una actitud respetuosa y de cuidado para no perturbar ni afectar negativamente los ciclos y dinámicas de estos espacios. De ahí surgen la idea y los principios de 'no dejar rastro'.

w.

La huella que ciertos modos de vida humanos, basados en la explotación de la naturaleza y el consumo excesivo, están dejando en la Tierra quedará grabada en el registro geológico como una fina línea, casi imperceptible, pero con un impacto arrasador. La velocidad y la magnitud a las que estamos transformando el entorno son tales que, incluso con su grandiosa **resiliencia**, la naturaleza no tiene tiempo para regular ni asimilar dichas alteraciones. No cabe duda de que, si le diéramos tiempo, la Mapu, la Tierra lograría encontrar una respuesta creativa y poderosa, pero el ritmo al que vivimos no es compatible con su tiempo y hermosa paciencia. Pero no siempre fue así.

UN PLANETA, VARIAS HISTORIAS: LAS ERAS PARA EXPLICAR NUESTRO TIEMPO

La huella humana sobre el planeta ha llevado a plantear la idea de que estamos en la transición a una nueva era geológica:

EL ANTROPOCENO



OTRAS PROPUESTAS BASADAS EN
DISTINTAS PERSPECTIVAS SON EL:

CAPITALOCENO

LA EXPLOTACIÓN Y CONSUMO
COMO CAUSAS DE LA
DEGRADACIÓN AMBIENTAL.

CHTHULUCENO

LA PROPUESTA PARA CREAR
UN MUNDO BASADO EN LAS
INTERCONEXIONES DEL TODO Y
DE LOS TODOS.

Muchas culturas ancestrales vivían en equilibrio y armonía con la naturaleza. Se concebían como parte de ella y del todo y sabían que el bienestar colectivo era fundamental para garantizar su supervivencia. Las plantas, los animales, la tierra, el agua, el aire eran sagrados; la Tierra se expresaba a través de los volcanes, los ciclos de lluvia, las cosechas y las estaciones del año. Todavía hoy, muchas personas, especialmente en las comunidades indígenas, conservan esta cosmovisión y la habilidad de escuchar y comunicarse con otros seres y elementos de la naturaleza. Aunque para algunas personas esto puede parecer lejano o desconocido, es más bien una capacidad fantástica que, como parte de la naturaleza, tenemos, pero que hemos perdido.

La Tierra es un ser increíblemente diverso. Sin embargo, los **recursos** que nos provee están distribuidos de manera heterogénea. Esto ha influido en que, a lo largo de la historia de la humanidad, hayan surgido dinámicas de **sobreexplotación** y de **desigualdades**. Así, mientras algunas personas, naciones o corporaciones se enriquecen al tener dominio sobre los recursos, otras son vulneradas y empobrecidas. El estilo de vida de quienes tienen mayor poder adquisitivo implica un mayor consumo y, a la vez, una mayor generación de emisiones de carbono. Como puedes ver, la **huella de carbono** que generamos depende de muchos factores y es diferenciada, es decir, no todos generamos la misma cantidad de emisiones.

Aunque podría pensarse que los niveles de consumo están directamente asociados con el poder adquisitivo de las personas, en ocasiones corresponde más a la información y señales que recibimos de nuestro entorno y a la mercadotecnia. Lo que sí es un hecho es que, a mayor consumo, mayores emisiones de carbono. Si quieres iniciar un consumo más responsable, te invitamos a que te hagas esta pregunta antes de comprar:

¿REALMENTE LO NECESITO?

Hay muchas otras cosas que puedes preguntarte, pero quizás esta cuestión sea la que marque un primer y muy importante filtro antes de consumir.

Un siguiente punto a considerar es la vida útil de un producto. Si preguntas a las personas mayores de tu entorno, podrán contarte que antes había muchas opciones para reparar y prolongar la vida útil de las cosas, pero en las últimas décadas hemos sido invadidos por la obsolescencia programada. Esto significa que quienes fabrican los productos deciden cuánto tiempo tardará en descomponerse y que tengas que comprar otro. Entonces entramos en una dinámica de compra-consumo-desecho y luego...vuelvo a comprar. ¿Quién consideras que se beneficia de este modelo?



Las modas rápidas o fast fashion tienen un gran impacto ambiental. En sitios como el desierto de Atacama, en Chile, toneladas de prendas provenientes principalmente de Estados Unidos, Europa y Asia, terminan siendo desechadas, legal e ilegalmente, generando grandes emisiones de GEI, microplásticos y otros residuos.

En "el otro lado de la moneda" están las personas que resienten las consecuencias directas e indirectas de esos patrones de producción y consumo que exacerban la crisis climática y social en todo el mundo. Eventos climáticos como sequías, inundaciones, huracanes y la pérdida de biodiversidad están estrechamente ligados a cuestiones socioeconómicas como desplazamiento de poblaciones, aumento en el costo de alimentos, escasez de agua, conflictos bélicos, por mencionar algunos. Esto crea una paradoja en la que los grupos que menos contribuyen al problema terminan siendo los más vulnerables a sus consecuencias.

Todas estas cuestiones de desigualdad son el resultado de los modelos económicos dominantes y, ante ello, podemos sentir que hay muy poco que podamos hacer individualmente. Si bien necesitamos encontrar la manera de presionar a los gobiernos y a las grandes corporaciones para transformar sus prácticas por otras más justas, equitativas y sostenibles, también tenemos el poder de la colectividad, de hacer comunidad e imaginar nuevas formas de vivir, producir y consumir. ¡Empecemos a organizarnos!

L.

¡EMPECEMOS A ORGANIZARNOS!

La idea de "más es mejor", muy promovida por las corporaciones para hacernos consumir, está lejos de ofrecernos bienestar, plenitud o salud. En contraste, está la idea de que "lo pequeño es hermoso", de E.F. Schumacher, que busca privilegiar lo local, lo de menor escala y considera que, en un mundo de recursos finitos, necesitamos una conciencia colectiva e integrada con la naturaleza para proponer nuevos modelos económicos, de organización social y de gestión de los recursos.

L.

La extracción, distribución y transformación de los recursos naturales en bienes y servicios afectan tanto a los ecosistemas como a las personas que dependemos de ellos. Por eso, la **justicia** social y la justicia ambiental están inevitablemente unidas. Cuando la gestión de los recursos es inadecuada o únicamente favorece a ciertos sectores de la población, las desigualdades se agravan y los impactos en los ecosistemas se intensifican. Se vuelve un círculo vicioso en el que la degradación y la vulnerabilidad se retroalimentan.

P.

Si comparamos la capacidad de regeneración del planeta con el consumo global de recursos en un año, podemos calcular la fecha en que excederemos esos umbrales. A este día se le conoce como el Día de la Sobrecapacidad o del Sobregiro de la Tierra. Este término se inventó para resaltar el ritmo acelerado con que ocurren la degradación ambiental, la pérdida de biodiversidad, el agotamiento de los recursos y el cambio climático. Cada año, esta fecha suele adelantarse.

El presupuesto de carbono es otra metáfora que hemos inventado para estimar la cantidad de CO₂ que, como humanidad, podemos emitir para evitar que la temperatura del planeta aumente más de 1.5 °C. Si rebasamos ese umbral, habrá efectos catastróficos en el clima del planeta. Algunos de ellos ya son evidentes (incendios, sequías, tormentas atípicas, entre otros) y tienen graves consecuencias en la sociedad y las economías alrededor del mundo.

W.

W.

P.

LA FECHA EN QUE LA NATURALEZA YA NO ALCANZA

EL DÍA DEL **SOBREGIRO PLANETARIO** ES LA FECHA DEL AÑO EN QUE LA DEMANDA DE RECURSOS NATURALES DE LA HUMANIDAD EXCEDE LA CAPACIDAD DE LA TIERRA PARA REGENERARLOS.



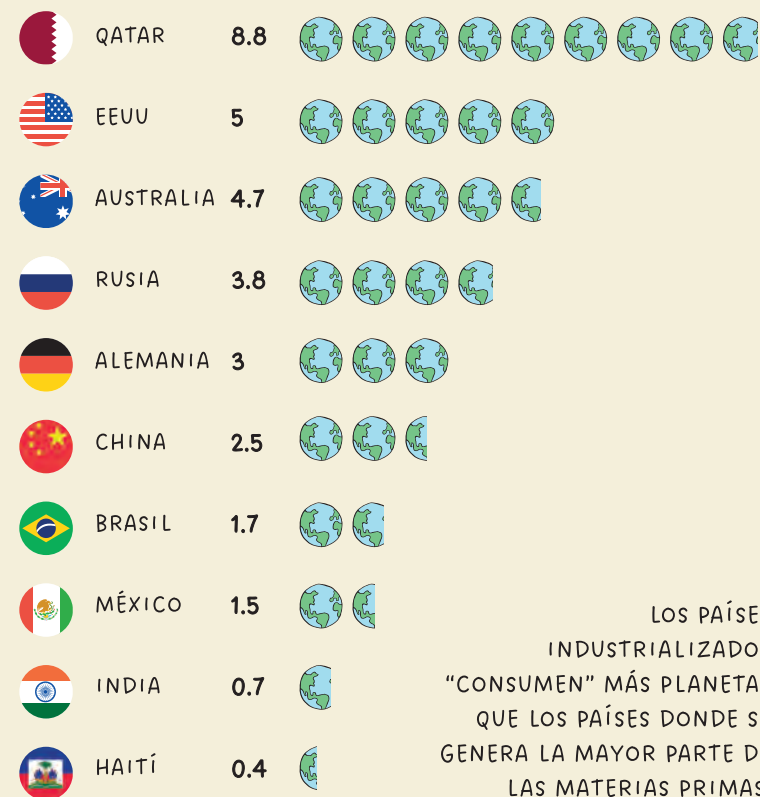
2000 - 5 DE OCTUBRE
 2005 - 6 DE SEPTIEMBRE
 2010 - 31 DE AGOSTO
 2015 - 13 DE AGOSTO
 2020 - 22 DE AGOSTO*
 2025 - 24 DE JULIO

*Durante la pandemia del COVID-19 hubo un menor consumo de recursos, pero después vino un efecto de rebote.

LA HUELLA ECOLÓGICA POR PAÍS

La huella ecológica de un país refleja los patrones de vida y producción predominantes, aunque estos varían considerablemente entre distintos sectores de la población.

¿CUÁNTOS PLANETAS "CONSUMEN" LOS PAÍSES CADA AÑO?



LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS "CONSUMEN" MÁS PLANETAS QUE LOS PAÍSES DONDE SE GENERA LA MAYOR PARTE DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Hay que mencionar que también existen grandes esfuerzos que proponen alternativas para reducir la **huella ecológica** y mitigar sus impactos. Por ejemplo, las opciones para el control y la remoción de carbono atmosférico, basadas tanto en procesos naturales (reforestación, enriquecimiento de suelos) como en tecnológicos (captura directa de CO₂ del aire, captura y almacenamiento de carbono), buscan ayudar a restaurar los ciclos biogeoquímicos que hemos alterado. Todas ellas tienen sus propios retos técnicos, económicos y socioambientales y solo pueden cumplir su objetivo si están acompañadas de transformaciones integrales y profundas en nuestro comportamiento como individuos y sociedades.

Cuando la **tecnología** sirva para establecer mecanismos que nos ayuden a coexistir en armonía con los ciclos de la Tierra y con otras personas y se reconozcan la pluralidad y la diversidad de formas de ser y pensar, entonces tendremos *"un mundo donde quepan muchos mundos"*, como dice el Subcomandante Marcos. Quizás la mejor manera de trascender es participando en la construcción de imaginarios para crear un mundo más justo, actuando conscientemente desde el amor, la responsabilidad y la empatía. Estos **sentipensares**, así como el carbono, son poderosos hilos invisibles que entretejen al mundo.

Y TÚ ¿QUÉ HILOS TEJES?



Para saber más

L. Libros

- Schumacher, E. F. (1978). *Lo pequeño es hermoso: Economía como si la gente importara* (O. Margenet, Trad.). Editorial H. Blume. (Originalmente publicada en inglés en 1973).
- Stanley, S. M., & Luczaj, J. A. (2015). *Earth system history* (4. ed., 1. print). Freeman/Macmillan Higher Education.
- Krenak, A. (2020). *Ideas para posponer el fin del mundo* (E. Rosas, Trad.). Tinta Limón. (Obra original publicada en 2019)
- Lovelock, James & E. Lovelock, J. (2000). *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford Paperbacks.

P. Publicaciones científicas

- Haraway, D. (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: On the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 44(3), 594–630. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036>
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F. (s. f.). The Anthropocene. *The Future of Nature* (Vol. 1, pp. 486–490).
- Gudynas, E., & Acosta, A. (2011). Utopía y Praxis Latinoamericana. *Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, 16(53), 71–83
- Coopération Internationale pour le Développement et la Solidarité [CIDSE]. (2028). Los caminos que faltan para llegar a 1.5 °C. CIDSE.

W. Sitios web

- Leave No Trace. No dejar rastro. <https://lnt.org/>
- Global Carbon Project. Presupuesto global de carbono. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
- National Geographic. (2008). Seis grados que podrían cambiar al mundo [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=vzPqP5GLY_A
- Global Footprint Network. Calculadora de huella ecológica. <https://www.footprintcalculator.org/home/es>



Esperamos que tu viaje por estas páginas te ayude a recordar que **la vida no se entiende por las partes, sino por las relaciones**, y que **no estamos desconectados de la naturaleza; somos parte de ella.**

Nada existe solo en la naturaleza, y el carbono es un claro ejemplo de cómo todo se entrelaza. Hacemos eco del llamado a **aprender a vivir en armonía con todo lo que nos rodea**, para que recobremos nuestras conexiones.

A final de cuentas, **no hay un solo mundo, sino muchos mundos que coexisten** y se entretajan para crear y contar diversas y fascinantes historias de las que todas y todos somos parte.

GLOSARIO

A

Acidificación de los océanos. Proceso en el que el CO₂ atmosférico se disuelve en el océano, formando ácido carbónico y alterando el pH del agua.

Acuíferos. Extensos cuerpos de roca subterráneos en cuyos poros se almacena agua dulce. Esta agua es una fuente vital para el consumo de seres vivos y muchas actividades industriales y humanas.

Agroecológico(a). Formas de producir alimentos respetando a los ecosistemas y a la naturaleza, evitando el uso de productos químicos o monocultivos (cultivar una sola cosa) y reduciendo el impacto ambiental de las actividades agrícolas industriales e intensivas.

Amazonía. Región de selva tropical que abarca 9 países de Sudamérica, reconocida por su diversidad biológica y cultural y que es esencial para el equilibrio climático del planeta.

Análisis de ciclo de vida. Metodología para evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio que abarca desde la extracción de las materias primas, su procesamiento, uso y disposición final.

Antrópico (antropogénico). Actividades y procesos causados directa o indirectamente por los seres humanos.

Atmósfera. Capa gaseosa que rodea un planeta.

Autogestión. Forma de organización de una comunidad para decidir, planificar y realizar sus propias actividades sin depender de autoridades externas. Está basada en la participación y en la toma de decisiones colectivas.

B

Biodiversidad. La variedad de formas de vida que existen en el planeta, incluyendo la diversidad de especies, la diversidad genética dentro de cada especie y la variedad de ecosistemas en los que habitan.

Biósfera. Conjunto de todos los seres vivos del planeta y de los lugares donde habitan.

Biomasa. Todo material orgánico que se origina a partir de plantas, animales y sus derivados. Este material almacena energía química que puede convertirse en bioenergía.

Blanqueamiento de corales. Ruptura de la relación simbiótica entre corales y zooxantelas debido al aumento de la temperatura del agua o a la contaminación. Al morir los corales, y con ellos gran parte del ecosistema, adquieren un color blanco.

C

Carbohidratos. Compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, que constituyen un nutriente principal en los alimentos. Su función es proporcionar energía a las células.

Carbonífero. Período geológico, de hace aproximadamente 350 millones de años, durante el cual se formaron grandes depósitos de carbón a partir de vegetación prehistórica.

Carbono. Elemento químico esencial para la vida y base de muchas sustancias naturales, fundamental para los ciclos que regulan el clima de la Tierra.

Cianobacterias (algas verdeazules). Bacterias fotosintéticas responsables de la liberación inicial de oxígeno en la atmósfera hace miles de millones de años. Son comunes en ecosistemas acuáticos y terrestres. Producen oxígeno y fijan nitrógeno.

Ciclo del carbono. Proceso biogeoquímico natural en el cual el carbono se mueve y transforma entre la atmósfera, los océanos, la biosfera, los suelos, las plantas y los animales.

Ciclos biogeoquímicos. Intercambio de elementos químicos entre los seres vivos y el ambiente que los rodea, en el que se reciclan nutrientes esenciales como el carbono, nitrógeno, oxígeno y fósforo, para mantener el equilibrio de los ecosistemas y la vida.

Circularidad. Estrategia que propone reutilizar continuamente materiales y recursos para maximizar su uso y reducir desechos y desperdicios.

Clima. Producto de la interacción entre la atmósfera, los océanos, los continentes y las distintas formas de vida del planeta. Es el promedio de las condiciones meteorológicas de una región durante al menos 30 años.

Colonización. Proceso por el cual un grupo de personas o naciones impone su poder y control sobre otro territorio, su población y sus recursos, afectando sus formas de vida para beneficio propio.

Combustibles fósiles. Fuentes de energía formadas a partir de restos orgánicos de plantas y animales que se descompusieron y compactaron durante millones de años. Su quema libera energía, dióxido de carbono y otros gases. Incluyen carbón, petróleo y gas.

Comunitario. Relacionado con un grupo de personas que unen sus esfuerzos e intenciones para alcanzar un objetivo o bien común.

Cosmovisión. Concepción del mundo o realidad de una persona o de un grupo de personas, con base en sus percepciones, cultura y valores.

Compensación (de carbono). Mecanismos que emplean personas o empresas para equilibrar sus emisiones financiando proyectos externos, en lugar de reducirlas directamente.

Correlación. Relación o vínculo entre dos hechos o fenómenos, de modo que, cuando uno cambia, el otro también, sin que ello implique necesariamente que uno cause al otro.

Culturas alimentarias. Las tradiciones, prácticas y conocimientos relacionados con la producción, preparación y consumo de alimentos en una sociedad. Reflejan la historia, la cultura, la identidad y los valores de las comunidades y la biodiversidad de la región.

D

Desarrollo. Proceso de crecimiento en diversos ámbitos, como la economía, la sociedad y la tecnología. Implica el uso y la transformación de recursos y capacidades para alcanzar un mejor nivel de vida.

Descarbonización. Proceso para reducir los gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas.

Desechos. Materiales que son descartados. Pueden ser orgánicos (como restos de comida) o inorgánicos (como plásticos, metales o productos electrónicos). Evitarlos y gestionarlos adecuadamente es crucial para la salud pública y el medio ambiente.

Desigualdades. Ausencia de condiciones similares de acceso y ejercicio de derechos para las personas que suelen estar vinculadas a factores como el género, la etnia, la ubicación geográfica o el nivel socioeconómico.

Dieta. Conjunto de alimentos, sólidos y líquidos, que una persona o un grupo consume diariamente. Está influenciada por la disponibilidad, costo y valor cultural de los alimentos, y por los hábitos alimenticios.

Dióxido de carbono (CO₂). Gas de efecto invernadero generado de forma natural por la respiración, la descomposición y las erupciones volcánicas, y por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, los incendios forestales y la deforestación.

E

Ecosistema. Conjunto de seres vivos y de los elementos que los rodean que interactúan entre sí. Pueden ser naturales o artificiales; son dinámicos y pueden cambiar por causas naturales o por la acción humana.

Efecto invernadero. Fenómeno natural en el que algunos gases de la atmósfera retienen el calor del Sol, impidiendo que escape a la atmósfera. Es fundamental para la regulación de la temperatura del planeta.

Energía. Capacidad o propiedad de los cuerpos y sistemas para generar trabajo, calor o luz y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Se manifiesta de distintas formas.

Energía limpia. Energía cuya generación tiene un bajo impacto ambiental. Incluye las energías renovables, la nuclear, el hidrógeno y la captura y almacenamiento de CO₂.

Energía química. Forma de energía almacenada en los enlaces químicos de las moléculas y compuestos que, al romperse, liberan energía que puede ser utilizada para realizar diferentes trabajos, desde alimentar nuestros cuerpos hasta hacer funcionar máquinas.

Energías renovables. Fuentes de energía que se obtienen de recursos como el agua, el viento, la radiación solar o el calor del interior de la Tierra.

Erosión. Proceso de desgaste de suelos y rocas debido a la circulación de agua o hielo, al viento o a los cambios térmicos. Implica la alteración y el movimiento de sedimentos.

Eutrofización cultural o antropogénica. Proceso de contaminación del agua por el enriquecimiento de nutrientes, principalmente nitrogenados y fosforados, derivados de actividades humanas, que provocan un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas y afectan negativamente a los ecosistemas.

Extractivismo. Modelo económico basado en la explotación intensiva de minerales, hidrocarburos y productos agrícolas, entre otros, con altos impactos ambientales y sociales.

F

Fertilizantes. Sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo y de los cultivos agrícolas. Pueden ser químicos (elaborados por los humanos) u orgánicos (formados naturalmente o con escasa participación humana).

Fotosíntesis. Proceso químico que se produce en las plantas, las algas y algunos tipos de bacterias para convertir la energía de la luz solar en energía química combinando agua y CO₂ para formar carbohidratos y liberar oxígeno.

G

Gases de efecto invernadero (GEI). Los gases de la atmósfera que retienen el calor del Sol ayudan a regular la temperatura. Pueden ser de origen natural o antrópico, y el exceso de su concentración puede tener un fuerte impacto en el clima global.

Geoingeniería. Tecnologías que buscan modificar deliberadamente procesos biogeoquímicos a gran escala para limitar o revertir los efectos del cambio climático.

Geotermia (energía geotérmica). Fuente de energía derivada del calor interno de la Tierra, asociada a volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres. Proviene de la desintegración de isótopos radiactivos y tiene distintos usos, tanto directos como indirectos.

Globalización. Proceso histórico que ha conectado a las sociedades del mundo mediante el comercio, la tecnología y la cultura; también ha concentrado el poder económico y ha acentuado desigualdades entre regiones y comunidades.

Greenwashing (lavado verde). Estrategia de mercado empleada por las empresas para engañar a los usuarios o consumidores sobre sus prácticas de sostenibilidad.

H

Hidrocarburos. Compuestos formados por hidrógeno y carbono, como el petróleo, el gas y el carbón.

Hidrógeno verde. Combustible obtenido mediante la electrólisis del agua con energía renovable. Es una forma de energía limpia.

Huella de carbono. Herramienta para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero de una persona, organización o producto. Ayuda a medir el impacto ambiental de las actividades humanas.

I

Interdependencia. Dependencia mutua y recíproca en la que dos o más partes se vinculan para mantenerse en equilibrio o para lograr un objetivo común.

Irradiación (de alimentos). Proceso que utiliza ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia para eliminar microorganismos patógenos y conservar los alimentos.

Islas de calor (efecto de). Fenómeno presente en zonas urbanas, donde las temperaturas son más altas que en las zonas circundantes, debido a la acumulación de edificios y asfaltos, que absorben más calor y lo liberan más lentamente, así como a la contaminación generada por el tráfico y la industria.

J

Justicia. Principio que busca equilibrar las relaciones entre las personas para garantizar el acceso a derechos, recursos y oportunidades. También puede aplicarse a otros seres y elementos de la naturaleza.

L

Liofilización. Técnica para la conservación de alimentos, vacunas o levaduras a temperatura ambiente, sin perder sus propiedades y sin riesgo microbiológico. Consiste en eliminar el agua del alimento mediante congelación y evaporación, y utiliza mucha energía.

M

Manglares. Especies de árboles y arbustos que crecen en zonas costeras tropicales adaptadas a ambientes inundables y de alta salinidad. Forman ecosistemas únicos que albergan una amplia biodiversidad y almacenan grandes cantidades de CO₂.

Matriz energética. La combinación de los recursos energéticos disponibles en un territorio o localidad.

Megaproyecto. Obra de gran escala en términos de inversión, recursos involucrados, tecnología, tamaño y complejidad. Se distinguen por su alto impacto geográfico, ecológico y alteraciones territoriales y sociales.

Metano (CH₄). Gas hidrocarburo y de efecto invernadero formado por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno. Se produce naturalmente por la descomposición de la materia orgánica.

N

No-humano. Todos aquellos seres vivos y entidades inanimadas que no pertenecen a la especie humana, pero que, como las personas, forman parte de los ecosistemas.

O

Óxido nítrico (N₂O). Gas generado de manera natural (en los suelos y el océano) o de manera antrópica (como producto de la combustión de hidrocarburos y en la agricultura). Es 300 veces más potente que el CO₂ como gas de efecto invernadero.

P

Paleontología. Rama de la biología que estudia los organismos que existieron hace millones de años.

Pangea. El último de los tres supercontinentes que han existido en la Tierra se formó hace aproximadamente 300 millones de años. En ella convergían todos los continentes actuales y estaba rodeada por un único mar, Panthalassa. Allí habitaron los primeros dinosaurios.

Pasteurización. Proceso descubierto por Louis Pasteur y Claude Bernard que consiste en calentar un alimento líquido a una temperatura específica y luego enfriarlo rápidamente para eliminar los microorganismos dañinos que puedan causar enfermedades.

pH (potencial de hidrógeno). Medida que determina el grado de alcalinidad o de acidez de una sustancia. La escala va del 1 al 14, de lo más ácido a lo más alcalino; el 7 es el valor neutro.

Plancton. Conjunto de organismos diminutos que viven en la superficie y en la parte subterránea de océanos y lagos. Es una importante fuente de alimento para muchas especies marinas y desempeña un papel vital en la absorción de CO₂ y la producción de oxígeno.

Pueblos originarios. Grupo de personas que comparten una identidad cultural indígena, un idioma y vínculos ancestrales colectivos con la naturaleza.

R

Recircular. Volver a introducir materiales o recursos en un ciclo para aprovecharlos nuevamente y reducir los residuos.

Recursos. Elementos de la naturaleza a partir de los cuales se obtiene un beneficio o se satisface una necesidad.

Registro geológico. Conjunto de rocas y sedimentos que guardan la historia de la Tierra y permiten conocer cómo ha cambiado el clima, los paisajes y las formas de vida a lo largo de la historia de nuestro planeta.

Remove (remoción de carbono). Eliminación del carbono ya existente de la atmósfera mediante procesos naturales (p.ej. reforestación) o tecnológicos (p.ej. captura directa del aire y almacenamiento geológico).

Resiliencia. Capacidad de adaptación de un ser vivo ante eventos externos o perturbaciones.

S

Secuestro de carbono. Captura y almacenamiento de CO₂ para reducir su concentración en la atmósfera. Puede ser mediante mecanismos naturales o mediante tecnología asistida.

Sedimentos. Material sólido producto de la meteorización y erosión de las rocas por efectos del ambiente.

Sentipensar. Proceso que combina el pensamiento y los sentimientos para interpretar y reflexionar sobre la realidad.

Sobreexplotación. Extracción de un recurso natural a un ritmo superior al que la naturaleza puede reponerlo o restaurarlo.

Sumidero (de carbono). Un sistema natural o un proceso que captura y almacena más CO₂ del que libera a la atmósfera.

T

Tecnología. Teorías, técnicas y dispositivos que emplean el conocimiento científico para abordar un problema o necesidad específicos.



ESCANEA Y DESCARGA LA VERSIÓN
DIGITAL DE ESTE LIBRO.

