



## Aprende más

### Recursos naturales e impacto ambiental

De acuerdo con la Real Academia Española, “un recurso es un conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad”. Si pensamos que desde nuestros orígenes los seres humanos hemos obtenido de la naturaleza todo lo que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades, entonces podrás ver con facilidad que todos los elementos bióticos y abióticos que componen a los ecosistemas son fuente de **recursos naturales** para la humanidad.



**Recursos naturales:** elementos bióticos y abióticos que se encuentran o producen en la naturaleza y son de provecho para el hombre.

Muchos de estos recursos son utilizados directamente –por ejemplo, las hortalizas las consumimos tal cual las cosechamos de la tierra, obviamente realizando un proceso previo de desinfección– y muchos otros son transformados hasta convertirlos en artículos muy elaborados –por ejemplo, el petróleo que constituye la materia prima para la elaboración de nylon, esa fibra sintética que utilizas en tu ropa.

### Clasificación de los recursos naturales

Dado que la definición de recurso natural es completamente antropocéntrica, entonces podemos agruparlos en tres grandes categorías, dependiendo del tiempo que tarde la naturaleza en producirlos o regenerarlos:

- a) Perpetuos:** son los recursos que, considerando la escala humana de tiempo, son prácticamente inagotables. Por ejemplo, la energía solar, el viento, la marea, entre otros.
- b) Potencialmente renovables:** son los que pueden regenerarse o estar disponibles en lapsos de tiempo manejables para una vida humana, ya sea porque se reproducen, se autodepuran o porque tienen movimientos cíclicos en los ecosistemas. Por ejemplo, los ciclos biogeoquímicos, como los del carbono o el nitrógeno.
- c) No renovables:** que existen en una cantidad finita en el planeta, por lo que su extracción y uso llega a agotarlos en los sitios donde se producen, como el petróleo y los minerales, ya que tarda miles e incluso millones de años para que la naturaleza los vuelva a producir.

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución



Agua



Aire



Petróleo



Recursos forestales



Recursos minerales

Figura 3.1. Algunos recursos naturales que obtenemos del planeta

Por el tipo de uso que les damos a los recursos, también podemos categorizarlos en:

- a) **Alimentarios:** son los que extraemos de los ecosistemas para satisfacer las necesidades de nutrición que tiene nuestro organismo. Algunos ejemplos son: granos, verduras, hortalizas, oleaginosas, especies, condimentos, frutas, ganado –bovino, vacuno, caprino, porcino–, aves, peces, mariscos, sal, etcétera.
- b) **Energéticos:** las sociedades humanas, al transformar los recursos naturales en productos más elaborados, requerimos energía para esos procesos industriales y por ello este tipo de recursos son fundamentales para el funcionamiento de las sociedades actuales. Algunos ejemplos de recursos energéticos son: energía solar, petróleo, leña, carbón, viento, gas natural, elementos radioactivos, entre otros.
- c) **De protección:** son los que utilizamos para protegernos del ambiente, o para proteger los recursos que nos interesan, como madera, arcilla, arena y grava para construir casas, fibras para elaborar ropa, plantas medicinales para protegernos de las enfermedades.
- d) **De recreación y esparcimiento:** que nos permiten emplear nuestro tiempo libre. Por ejemplo, cultivo de plantas ornamentales, cuidado de mascotas, visitas a zoológicos o safaris con vida salvaje, etcétera.
- e) **Culturales y estéticos:** cuando es posible conectar con el medio que nos rodea y sentirnos a gusto en él. Por ejemplo, cuando sales a carretera y vas mirando por la ventanilla del auto los paisajes naturales, o cuando contemplas un águila volando, o una flor hermosa.



Figura 3.2. Clasificación de los recursos naturales por el tipo de uso

Otra forma de clasificar a los recursos es por el tipo de beneficios que obtenemos de ellos; a esto le llamamos servicios ecosistémicos y pueden ser directos o indirectos.

Tipo	Categoría	Ejemplo
<b>Directos</b>	Producción de provisiones	Fibras, comida, agua fresca, madera y otros recursos naturales
	De regulación	Del clima, control de enfermedades y supresión de patógenos, purificación del agua
<b>Indirectos</b>	De soporte (procesos)	Ciclamiento de nutrientes, producción primaria, formación de suelo
	Culturales	Estéticos, herencia cultural, educacional y recreativa, espiritual, sentido de pertenencia

Así, es importante mencionar que un ecosistema se encuentra en equilibrio cuando sus ciclos se cumplen, lo que le permite restaurar los recursos utilizados. Pero si el fenómeno no se produce bajo estas condiciones, entonces el equilibrio se altera y el ecosistema se deteriora.

Ahora puedes darte cuenta que cuando los seres humanos utilizamos los recursos naturales, generalmente lo hacemos de forma irreflexiva, sin considerar si el recurso es potencialmente renovable o no renovable. Simplemente lo utilizamos porque lo necesitamos en el momento, y peor aún, lo sobreexplotamos y causamos su deterioro, como hemos hecho en el suelo, el aire o el agua, que contaminamos. A esta alteración del medio ambiente, producto de la acción del ser humano sobre la naturaleza, lo llamamos impacto ambiental.

## Efectos del deterioro ambiental desde la escala local hasta la escala global

Como lo mencionamos en el bloque II, todo en la naturaleza está interconectado, por lo tanto los impactos que causan nuestras acciones sobre el ambiente los podemos cuantificar según la escala que abarque dicho impacto. Es decir, debes considerar que los problemas ambientales se pueden originar en áreas muy pequeñas, pero sus efectos pueden alcanzar zonas muy alejadas, e incluso, afectar a todo el planeta. Así, los impactos ambientales pueden estudiarse de acuerdo con las siguientes escalas:

**1. Local-regional:** cuando se afecta únicamente al medio ambiente local y a las poblaciones que ahí viven, como la contaminación de un lago o un río por el depósito de los desechos de una industria o la tala de la ladera de un cerro. Ambos eventos tendrán un impacto sobre las comunidades que dependan del lago o el río, o las que se encuentran en lo alto hasta la parte baja del cerro desmontado. Si el río cruza por otras comunidades, también serán afectadas. Por ello, se habla de una escala incluso regional, porque ha dejado de ser local, o nada más del lugar donde se contamina el río.

**2. Nacional:** los impactos afectan a varios estados de un país de tal forma que se compromete la economía o el bienestar del mismo. Por ejemplo, si la contaminación sucede en uno o varios ríos que conectan a diferentes estados, entonces se afecta la capacidad para obtener agua para riego de cultivos o para consumo humano, por lo tanto, el gobierno nacional debe disponer de recursos económicos para revertir o solucionar la situación.

En estos casos, el país podría carecer de recursos agrícolas y tendría que comprar el alimento a otros países porque la producción nacional no sería suficiente para el consumo interno. Al invertir en comprar estos recursos, la economía nacional se resiente y se vuelve dependiente de los recursos externos para satisfacer las necesidades básicas de su población. Los daños en las llamadas cuencas hídricas son un ejemplo concreto.

**3. Internacional-global:** El impacto tiene afectaciones mayores e involucra a todo un continente o incluso al planeta entero. Retomando nuestro ejemplo anterior, si en lugar de ser la deforestación de la ladera de un cerro, ampliamos el área deforestada a toda una selva, como la del Amazonas en Sudamérica, entonces; al cortar los miles de árboles, estos dejan de absorber dióxido de carbono atmosférico, por lo tanto, se acumula, y como es un gas de efecto invernadero, absorbe radiación y contribuiremos al incremento de la temperatura del planeta (cambio climático). Con un planeta más cálido se afectan tanto la circulación general del viento como las corrientes marinas, lo cual tiene implicaciones sobre una mayor frecuencia de eventos atmosféricos extremos, como los huracanes, que van a provocar inundaciones y daños en latitudes alejadas de Sudamérica, y en otras, condiciones de sequías. En este ejemplo puedes ver que un impacto regional (a nivel de América del Sur) tiene efectos a escala global.



## Aprinde más

### Concepto de contaminación ambiental, causas y efectos

De acuerdo con la Real Academia Española, se entiende por contaminar a la acción de alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos.

En consecuencia, la contaminación ambiental es la introducción al ambiente de compuestos químicos ajenos que alteran su estructura o funcionamiento. Estos compuestos suelen ser productos secundarios o residuos de los diversos procesos de producción mediante los cuales el hombre transforma los recursos bióticos y abióticos de la naturaleza para generar productos que utilizamos en nuestra vida cotidiana.

La contaminación ambiental afecta directa e indirectamente la salud de las poblaciones, no solo de los seres humanos, sino de todas las especies que habitan el planeta y, por lo tanto, altera el equilibrio de los ecosistemas. Lo grave de esta situación es que en la actualidad los ecosistemas están expuestos a mezclas de contaminantes. Este contacto puede darse durante los procesos de extracción, producción, distribución o utilización de los diversos bienes, como medicamentos, energéticos, fertilizantes, alimentos, productos industriales, entre otros.

Durante todas estas fases, los residuos son emitidos al ambiente (aire, agua, suelo) y generan impactos diversos, según el medio sobre el cual sean depositados. Revisemos con más detalle estos impactos.

### Contaminación del aire

Desde que el ser humano apareció en la Tierra y dominó el fuego ha emitido contaminantes al aire; sin embargo, estas emisiones se incrementaron drásticamente a partir de la Revolución Industrial, que inició en el Reino Unido a finales del siglo XVII. La causa fue que se descubrió el poder térmico del carbón mineral y se produjo maquinaria que mediante la quema de este combustible hacía los procesos más rápidos que con el trabajo manual, que hasta entonces se realizaba, y con ello se incrementaron los niveles de producción. Esta forma industrial de trabajo se expandió por todo el mundo y poco a poco se fue introduciendo el petróleo como el principal combustible.

Dado que la maquinaria no ha sido nunca eficiente en quemar todo el combustible para convertirlo en energía aprovechable, una gran cantidad del mismo se emite a la atmósfera en forma sólida, como partículas suspendidas, y en forma gaseosa, como dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno y azufre.

Esta quema incompleta del carbón, y posteriormente del petróleo, fue lo que provocó una acumulación sin precedentes de contaminantes en el aire en las principales ciudades industriales del mundo. Uno de los casos más dramáticos de contaminación atmosférica fue el registrado en 1952, en Londres, Inglaterra, donde durante cuatro días consecutivos al inicio del invierno la población quemó más carbón para hacer frente al frío invernal, lo que, aunado al uso de maquinaria y automóviles, provocó la acumulación de partículas suspendidas que impedían la visibilidad, en un evento conocido como la “niebla asesina”. Dichas partículas penetraban con facilidad en las casas y otros ambientes cerrados, dejando miles de muertos en los siguientes días, tanto por asfixia como por enfermedades de las vías respiratorias.





Figura 3.3. Niebla asesina en Londres, 1952

Este evento llevó a tomar conciencia de la importancia de mantener un aire limpio, por lo que se comenzó a legislar al respecto. Abordaremos este tema con más detalle al final de este bloque.

A pesar de las experiencias del pasado, actualmente la contaminación atmosférica es un problema importante a nivel mundial. Por ejemplo, China enfrenta severas condiciones ambientales, dado que ha desarrollado su economía sin considerar los efectos en la calidad de su ambiente. Cuenta con 16 de las 20 ciudades más contaminadas del mundo. Es común encontrar imágenes como las siguientes:



Figura 3.4. Contaminación actual en China

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

Es importante que sepas que la naturaleza también emite contaminantes a la atmósfera, como se observa en esta figura:

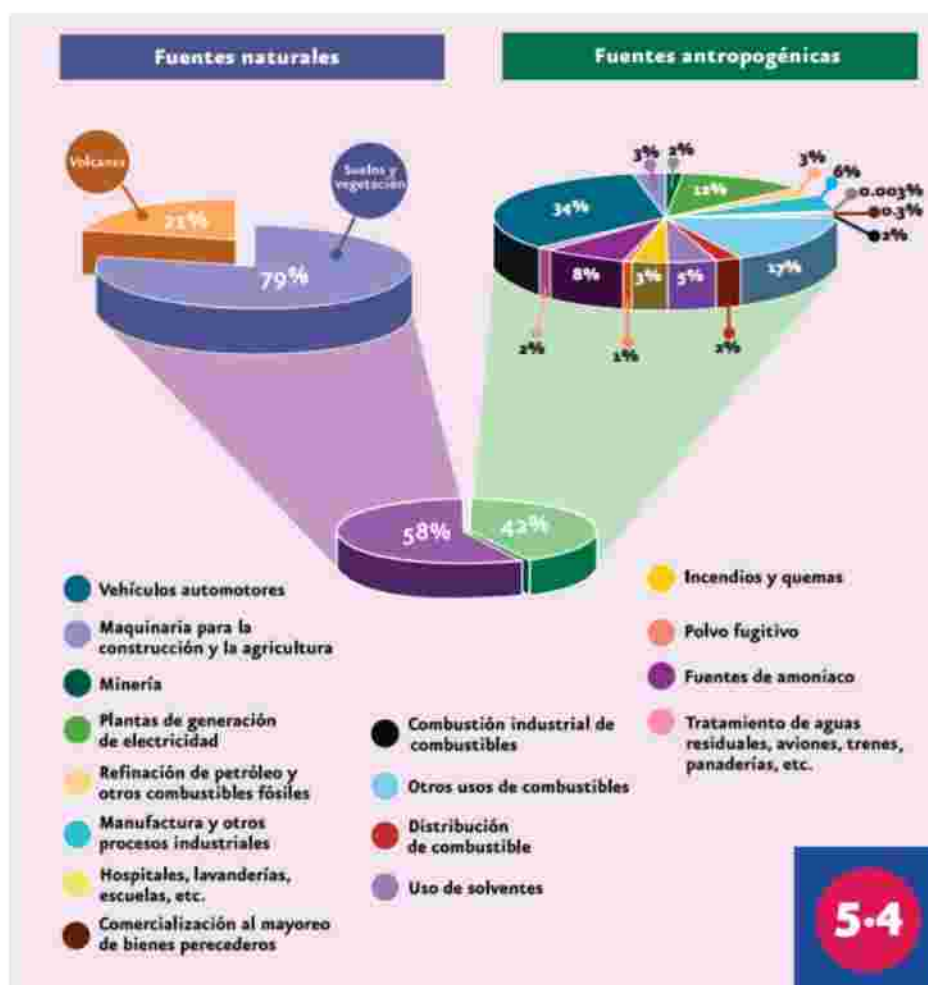


Figura 3.5. Fuentes naturales y antropogénicas de contaminantes atmosféricos





Figura 3.6. Contaminantes primarios y secundarios en la atmósfera

Los principales contaminantes atmosféricos emitidos, tanto por fuentes naturales como por la actividad humana, son conocidos como contaminantes primarios, los cuales, al reaccionar con otros compuestos atmosféricos, producen los contaminantes secundarios:

Veamos con más detalle cada uno de estos contaminantes.

**Ozono ( $O_3$ ):** es un contaminante secundario que se forma a partir de los óxidos de nitrógeno y los COV; las reacciones químicas que le dan origen se ven favorecidas por la presencia de oxígeno atmosférico y luz solar.

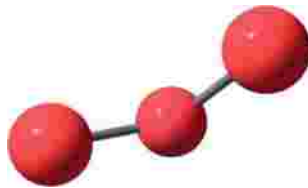


Figura 3.7. Oxígeno y ozono. Una molécula de oxígeno está conformada por dos átomos de oxígeno enlazados; una de ozono lo está por tres átomos de oxígeno

La concentración de ozono en la troposfera es baja (20 a 100 moléculas de ozono por cada mil millones de moléculas de aire), en la estratosfera la concentración incrementa a 12 mil moléculas por cada mil millones de moléculas de aire. Sin embargo, debido a la contaminación, el ozono troposférico se incrementa por la combustión de combustibles fósiles. A este ozono se le conoce como “malo”, debido a que está en contacto directo con los organismos vivos y lo respiramos, generando diferentes efectos nocivos. También disminuye el crecimiento de las plantas, como los cultivos y los bosques.

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

En cambio, el ozono estratosférico se denomina 'bueno' porque, como estudiaste en *Geografía* y vimos en el bloque anterior, absorbe las radiaciones UV-B, que son las que provocan cáncer de piel, cataratas y daños en el sistema inmunológico de los seres humanos; también daña el crecimiento de las plantas y a los ecosistemas acuáticos. El ozono troposférico que nos daña no puede migrar a la estratosfera, por lo tanto, si se destruye el ozono de esta región, perdemos la protección que de forma natural nos aporta la atmósfera contra la radiación solar.

**Partículas suspendidas:** comprenden partículas sólidas o líquidas que se encuentran en el aire, sean orgánicas o inorgánicas, que van desde polen hasta metales y otros compuestos. Se dividen según su tamaño en gruesas (hasta 10  $\mu\text{m}$ ) y finas (menores de 2.5  $\mu\text{m}$ ).

**Monóxido de carbono (CO):** es un gas producto de la combustión incompleta de los derivados del petróleo; los vehículos de transporte son responsables de más del 90% de su emisión.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** es un contaminante primario producto de las emisiones volcánicas, pero también de la quema de combustibles fósiles. Es fácilmente soluble en agua y al entrar en contacto con ella forma ácido sulfúrico.

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** es un contaminante primario derivado de los procesos de combustión. Al combinarse con agua da lugar a la formación de ácido nítrico, y también es uno de los precursores del ozono.

**Compuestos orgánicos volátiles (COV):** muchos de estos compuestos son producidos por la propia vegetación. Juegan un papel importante en la química atmosférica debido a que son precursores del ozono y varios de ellos son altamente tóxicos, como el benceno.

**Gases de efecto invernadero (GEI):** la atmósfera de la Tierra funciona de una forma similar a los vidrios de un invernadero. Los gases permiten pasar la radiación solar infrarroja, pero no la dejan escapar, es decir, la retienen y con ello se produce un efecto de calentamiento al interior del mismo.

Los gases de la atmósfera que tienen esta capacidad de absorber energía son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ozono (O<sub>3</sub>) y el vapor de agua (H<sub>2</sub>O<sub>v</sub>).

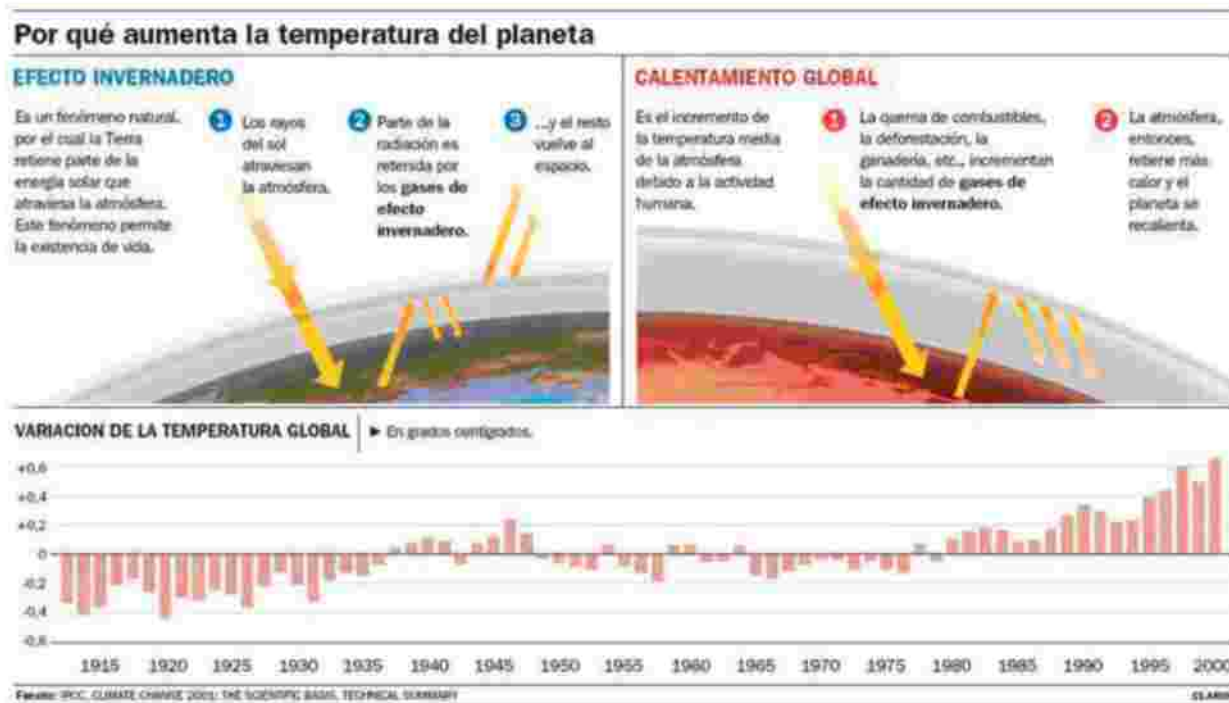


Figura 3.8. El efecto invernadero. A la izquierda, el proceso natural; a la derecha, el calentamiento global producido por el hombre a partir de la quema de combustibles fósiles. Abajo, la variación histórica de la temperatura como consecuencia del incremento en la quema de combustibles fósiles, y con ello, el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero que atrapan y retienen la radiación infrarroja, produciendo un aumento de la temperatura del planeta

<https://reciclajeyproduccionlimpia.files.wordpress.com/2009/12/efecto-invernadero.jpg>

La presencia natural de estos gases en la atmósfera –producto del vulcanismo, la vegetación y los océanos– permitió el desarrollo de la vida en la Tierra, ya que este calentamiento natural ha mantenido y regulado la temperatura del planeta durante su curso evolutivo. Sin el efecto invernadero, la temperatura terrestre sería aproximadamente 33 °C más fría, por lo cual el agua de toda la hidrosfera estaría congelada y probablemente no se habría desarrollado la vida en nuestro planeta.

Dada la importancia de los GEI en la regulación de la temperatura, es de suponer que un incremento en su concentración atmosférica producirían un calentamiento mayor, porque habrá más moléculas atrapando y reteniendo calor.

Esto es justo lo que ha sucedido desde la Revolución Industrial del Siglo XVIII. La quema de combustibles fósiles, como el carbón y los derivados del petróleo, ha incrementado las emisiones de dióxido de carbono y óxido nitroso. Pero también otras actividades humanas, como la agricultura y la ganadería, han contribuido a incrementar las concentraciones de GEI en la atmósfera durante las últimas décadas, como se observa en la siguiente figura.

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

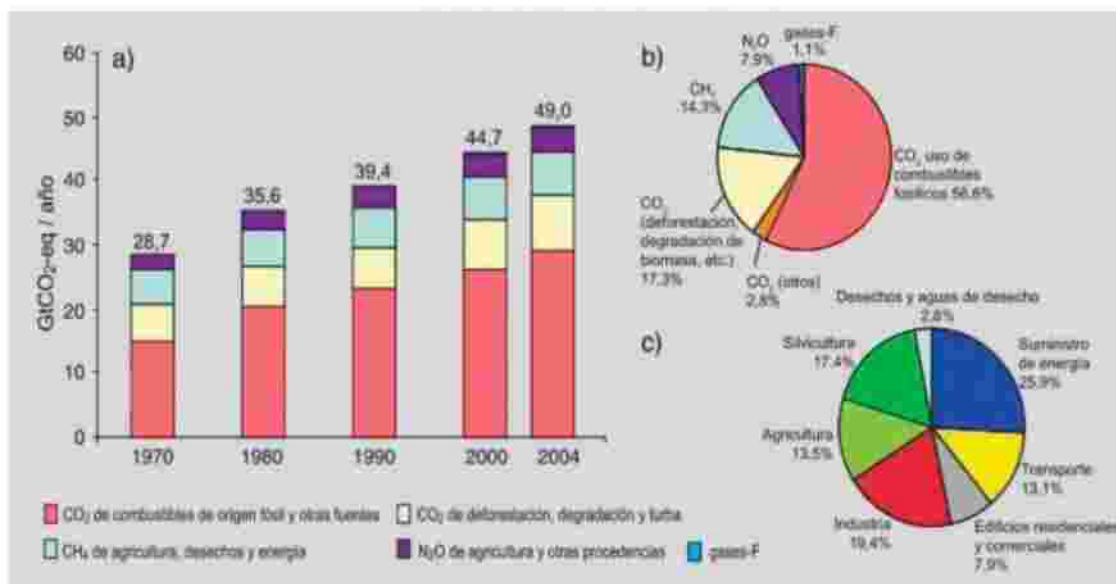


Figura 3.9. a) Emisiones anuales de GEI antropógenos entre 1970 y 2004. b) Parte proporcional de diferentes GEI antropógenos en las emisiones totales en el año 2004, en términos de CO<sub>2</sub> eq/año. c) Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones.

En el bloque anterior revisaste los ciclos del carbono y del nitrógeno, y seguramente recuerdas que estos elementos son transformados por los microorganismos del suelo y emitidos a la atmósfera como CO<sub>2</sub> o nitrógeno, bajo condiciones aeróbicas. Pero si el suelo está saturado con agua, entonces la transformación procede vía anaeróbica y los microorganismos producen y emiten hacia la atmósfera CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Ésta es la causa de que la agricultura y la transformación de residuos o materia orgánica sean fuente de GEI.

En la figura anterior puedes ver que el principal gas de efecto invernadero es el dióxido de carbono, emitido básicamente por la quema de combustibles fósiles y la deforestación (recuerda que las plantas consumen CO<sub>2</sub> atmosférico para producir glucosa mediante la fotosíntesis, si se deforesta la vegetación se disminuye el consumo de CO<sub>2</sub> y se incrementan sus concentraciones en la atmósfera), que en conjunto contribuyen con 73.9% de emisiones de CO<sub>2</sub> del total mundial anual. El siguiente gas en importancia es el metano, producto de la agricultura y de la descomposición de la materia orgánica, y el tercero es el gas óxido nitroso, producido también por la agricultura.

En la figura 3.9 c) se observa que la producción de energía, la industria y el transporte son los principales emisores de dióxido de carbono y metano. Por ello es importante encontrar formas alternativas de producir la electricidad que utilizamos en nuestra vida diaria, así como formas de transporte más amigables con el medio ambiente.

La energía recibida por el Sol es mayor en el ecuador (región tropical) que en los polos, por lo que el aire se calienta más en la zona ecuatorial. Como el aire caliente es menos denso, entonces asciende y se traslada hacia los polos, generando el movimiento de las masas de aire en un proceso denominado circulación general de la atmósfera, como se observa en la figura 3.10.

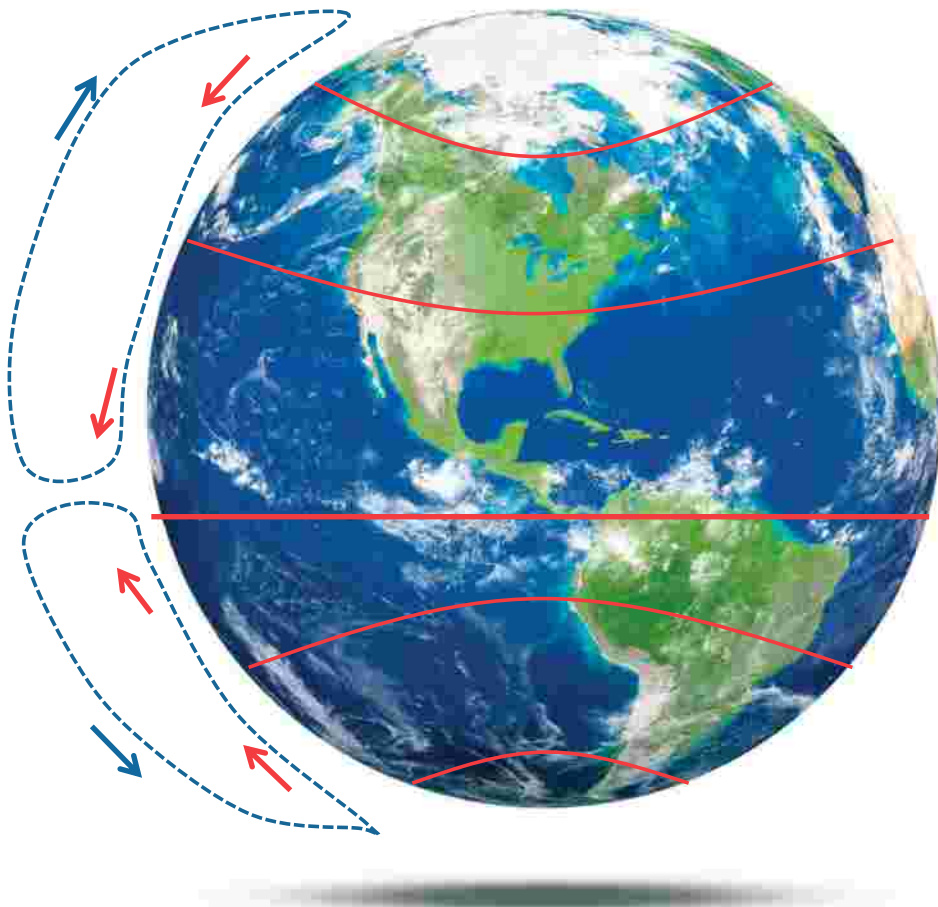


Figura 3.10. Circulación general de la atmósfera

Esta circulación de las masas de aire, como lo estudiaste en *Geografía*, transporta los contaminantes de una región del mundo a otra, por ello los compuestos tóxicos emitidos en una región tienen efectos a escala mundial, como lo hemos visto con el ozono y en este caso con los GEI. Los países industrializados son los principales emisores de gases de efecto invernadero.



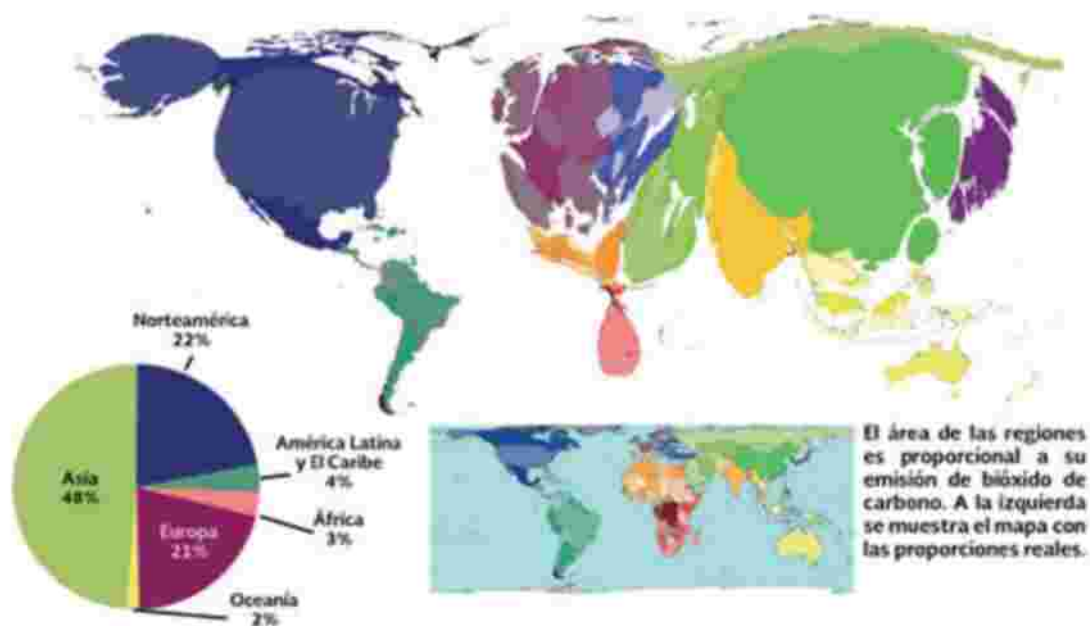


Figura 3.11. Principales países y regiones emisoras de GEI

## Efectos de los contaminantes atmosféricos

Has estudiado cómo las diversas actividades antropogénicas producen y emiten contaminantes a la atmósfera. Ésta tiene una capacidad de autodepuración, por lo cual puede transformar ciertos contaminantes, pero si la carga de emisiones es mayor a la capacidad de autodepuración, entonces irremediablemente se verá afectada.

Los siguientes son algunos de los principales efectos derivados de la emisión de contaminantes a la atmósfera:

### Daños a la salud humana

La principal vía de entrada de los contaminantes atmosféricos al cuerpo es la inhalación del aire troposférico contaminado. En la figura 3.12 se resumen los principales efectos sobre la salud provocados por cada contaminante.

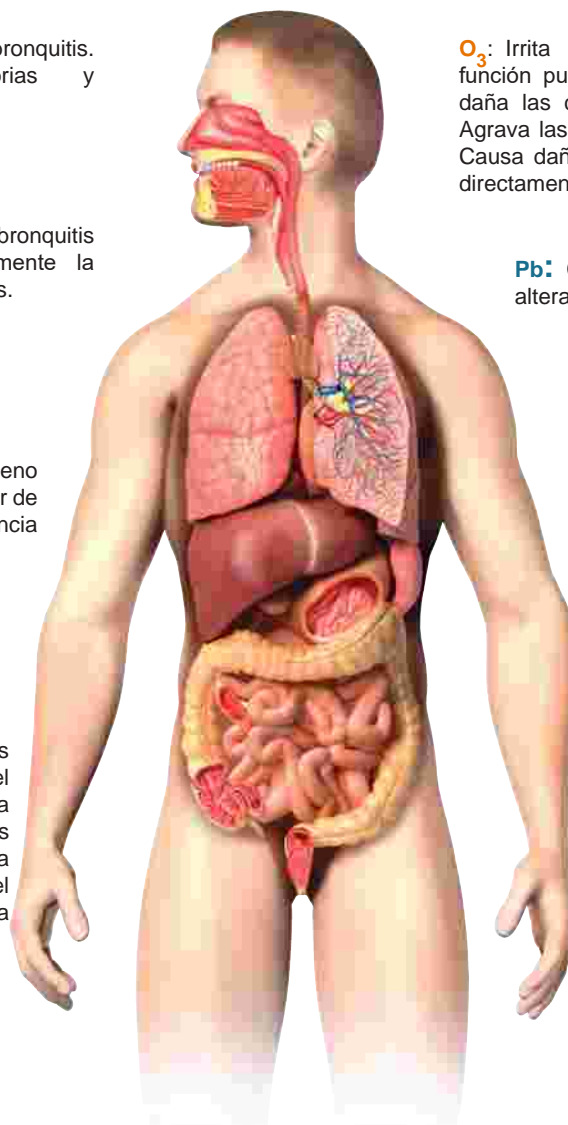


**SO<sub>2</sub>:** Causa broncoconstrucción, bronquitis. Agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes

**NO<sub>2</sub>:** Irrita las vías respiratorias. Causa bronquitis y pulmonía. Reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones.

**CO:** Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células. Provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte.

**Benceno:** produce efectos nocivos en la médula ósea. se asocia con el desarrollo de leucemia mieloide. Daña el sistema inmunológico. en las mujeres puede provocar irregularidades en la matriz. En mujeres embarazada, el benceno puede pasar de la sangre de la madre de la madre al feto.



**O<sub>3</sub>:** Irrita el sistema respiratorio. Reduce la función pulmonar. Agrava el asma. Inflama y daña las células que recubren los pulmones. Agrava las enfermedades pulmonares crónicas. Causa daño pulmonar permanente. Se asocia directamente a incrementos de mortalidad.

**Pb:** Causa retraso en el aprendizaje y alteraciones de la conducta.

**PM<sub>10</sub>:** Agravan el asma. Favorecen las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar. Se asocia directamente a incrementos de la mortalidad en todos los grupos de población.

**PM<sub>2.5</sub>:** Ingresan a la región más profunda del sistema respiratorio. Agravan el asma. Reducen la función pulmonar. Están asociadas con la mortalidad en todos los grupos de población. en mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar.

Figura 3.12. Efectos de los contaminantes del aire en la salud

Fuente: Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2010

### Lluvia ácida

Es la deposición (caída) de ácidos atmosféricos arrastrados por la lluvia, nieve y niebla. Los ácidos se forman por la reacción de contaminantes, como los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), que son emitidos a la atmósfera, principalmente por los motores de los automóviles, las plantas termoeléctricas (que producen la electricidad a partir de combustibles fósiles) y por la industria misma.

Estos óxidos se combinan con el vapor de agua de la atmósfera y dan lugar a la formación del ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y nítrico (HNO<sub>3</sub>), como puedes apreciar en la figura siguiente.