

---

## Para entender el cambio climático

El clima de nuestro planeta es un complejo sistema resultante de la interacción de cinco factores: la atmósfera, los océanos, las regiones de hielo y nieve (criósfera), los organismos vivos (biósfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geósfera), a su vez todos ellos directamente vinculados con el sol.

Sólo en estos términos es posible comprender los flujos y ciclos de energía y materia de la atmósfera, lo cual es imprescindible para investigar las causas y los efectos del cambio climático. Pero también, a estos factores hay que agregar uno más: el factor antropogénico, resultante de la actividad humana.

### De “invernadero” a “horno”

El clima, como ya dijimos, está directamente relacionado con la energía solar, que llega hasta la superficie de la Tierra y vuelve al espacio en forma de rayos infrarrojos. Pero esa energía que sale, pasa por la atmósfera. La atmósfera contiene, además de nitrógeno, oxígeno y argón, una mezcla de otros gases diferentes (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozono, vapor de agua) que envuelve al planeta y forma un sistema ambiental integrado con todos los componentes de la Tierra. Son esos gases los que permiten pasar la energía solar pero a la vez atrapan y absorben parte del calor que “rebota” y vuelve a salir (aproximadamente un 30%; del resto un 45% es absorbido por la tierra y los océanos, y un 25% por la atmósfera). Este sistema de control natural de la temperatura de la Tierra se asimila así al efecto de un invernadero, y a los gases que actúan en ese proceso se los conoce como “gases de efecto invernadero”. El efecto invernadero permite también en gran medida la presencia de agua en estado líquido.

El “efecto invernadero” no es en sí mismo un problema. Es más, el delicado equilibrio de dicho sistema es lo que ha creado las condiciones que permiten la vida en el planeta. El problema surge porque se ha agregado una carga artificial de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Se está poniendo una capa “de abrigo” extra que no necesitamos, y que aumenta el calor. El invernadero se está convirtiendo en un horno.

### El calentamiento global

Si bien el clima de la Tierra es inestable y más bien impredecible –y muy sensible a factores internos o externos–, la temperatura probablemente no ha cambiado tanto en los últimos 200.000 años: las temperaturas de la última era glacial fueron solamente 5° C más frías que en el presente. La temperatura media de la Tierra es actualmente de aproximadamente 14° C (sin el efecto invernadero sería de –18° C).

Sin embargo, en los últimos 200 años ha ocurrido un brusco aumento de temperatura. La temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado entre 0,3 y 0,6° C con respecto a la época preindustrial, y el mayor aumento ha ocurrido en los últimos 40 años. El calentamiento del planeta se ha hecho evidente tanto en la superficie marina como terrestre, lo cual es apoyado por indicadores indirectos como la retracción de los glaciares. A escala mundial, 1998 fue el año más

---

caluroso y la década de los 90 la más calurosa de la historia. Esta tendencia está directamente relacionada con las actividades humanas, que están provocando un aumento de los niveles de gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los más importantes de estos gases, cumple un complejo ciclo vital. Es liberado por las erupciones volcánicas, por la respiración, por procesos del suelo, la combustión de componentes de carbono y por la evaporación oceánica. A su vez, se disuelve en los océanos y es consumido por la fotosíntesis de los vegetales. Con posterioridad a la revolución industrial y en especial después de la Segunda Guerra Mundial, la actividad industrial ha emitido enormes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera a través de la combustión de combustibles fósiles de depósitos subterráneos, de los cuales los tres principales son carbón, petróleo y gas.

La mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono son producidas por la utilización de combustibles fósiles para generar energía, los procesos industriales y el transporte, pero también son producidas por los procesos de deforestación y tala de bosques. Las actividades agrícolas y los cambios del uso de la tierra producen emisiones de metano y óxido nitroso, mientras que los procesos industriales también emiten productos químicos artificiales llamados halocarbonos (CFCs, HFCs, PFCs).

Los gases clorofluorocarbonos (formados por moléculas de carbono, cloro y fluor) son totalmente antropogénicos (es decir, creados por actividades humanas) y son producidos por aerosoles, refrigeradores y aparatos de aire acondicionado. Se considera que estos gases han contribuido en gran medida al calentamiento global.

Más que una evolución lineal, el clima sigue un trayecto no lineal con sorpresas inesperadas y drásticas cuando los niveles de gases de efecto invernadero alcanzan un punto crítico que desencadena otros procesos hasta ahora desconocidos. Todo indica que las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por actividades humanas pueden causar cambios climáticos drásticos en el siglo XXI y más allá, con efectos de amplio alcance en el ambiente y en las sociedades y economías humanas.

La razón de la sinrazón

El aumento del dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero responsables del cambio climático es una consecuencia de los actuales modelos de desarrollo –producción y consumo– que fomentan una utilización excesiva de combustibles no renovables así como de modelos de utilización de la tierra inapropiados.

En general, las emisiones de gases de efecto invernadero de combustibles fósiles y el modelo de consumo característico de la sociedad industrializada moderna van de la mano: cuanto más rico es el país, mayores son las emisiones. Es así que Estados Unidos está a la cabeza, registrando alrededor de un 24% del total de emisiones.

Los países industrializados han explotado y consumido más combustibles fósiles, bosques y otros recursos del planeta, que el Sur, lo que les permitió alcanzar el grado de riqueza y poder actual. En ese camino, han colocado a la humanidad en un estado de riesgo tal que corre peligro de sucumbir. Es justo que recaiga en ellos la mayor parte de la responsabilidad de evitar la crisis social, ambiental y planetaria.

Cuando el futuro nos alcance

---

Muy pocas personas ponen en duda seriamente que el clima de la Tierra está cambiando y que, de no adoptar medidas, la humanidad entrará en un periodo de desequilibrio climático intensificado. Los modelos climáticos predicen que si las tendencias de emisión actuales continúan incambiadas, para el año 2100 la temperatura aumentará entre 1,4°C y 5,8°C. Son cambios sin precedentes en los registros históricos. Dentro de un siglo –que es decir casi nada en la historia de la Tierra– nuestros descendientes y los de las demás criaturas vivas podrían tener que soportar temperaturas muy por encima de las experimentadas durante la mayor parte de su proceso de evolución. Las consecuencias para muchas especies, incluida la humana, podrían ser catastróficas.

Una de las predicciones centrales de los expertos en clima es que los fenómenos extremos tales como tormentas, huracanes, inundaciones, sequías e inviernos severos, serían cada vez más frecuentes, con consecuencias graves para las condiciones de vida humana. No obstante, los impactos no serán los mismos en el planeta. Algunas regiones (particularmente las zonas secas del Tercer Mundo) se secarían, causando una grave degradación de la tierra mientras que otras sufrirían un enfriamiento considerable debido a cambios en la Corriente del Golfo. En general habría un aumento del nivel del mar (con proyecciones de 9 a 88 cm para el año 2100) a medida que el calentamiento del agua alcanzara las profundidades del océano.

Un posible impacto ecológico es la destrucción de la mayor parte del bosque amazónico para fines del siglo XXI, producto de la sequía. La pérdida de bosques a escala mundial liberaría aún más dióxido de carbono, exacerbando el cambio climático.

Los más vulnerables a los impactos del cambio climático son los que viven en condiciones sociales y económicas adversas: los sectores de menores ingresos de las poblaciones de los países del Sur, los sectores pobres urbanos en general, los residentes de regiones costeras e islas, y los habitantes de tierras semiáridas. La creciente exposición a desastres naturales tales como inundaciones, sequía, deslizamientos de tierra, tormentas y huracanes, serán más graves para los sectores que están en mayor situación de riesgo.

Para ilustrar más claramente la gravedad de los impactos previstos, veamos caso por caso lo que predicen los expertos:

\* aumento del nivel del mar: si bien es difícil medir los cambios del nivel del mar, se calcula que en los últimos 100 años el nivel del mar ha crecido entre 10 y 25 cm. Esto indica que en gran medida ese cambio ha estado relacionado con el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 100 años. En esta escala de tiempo, la expansión del volumen del océano provocada por el calor podría ser parte de la causa, y el resto por la contracción de los glaciares y la pérdida de capas de hielo. El grosor de los hielos árticos sumergidos en el mar se redujo en la década de 1990 más de un metro con respecto a veinte o treinta años atrás. La pérdida generalizada de las capas de hielo discontinuas del planeta desencadenará la erosión de las regiones árticas, cambiando los procesos hidrológicos y liberando dióxido de carbono y metano a la atmósfera.

\* zonas costeras: como corolario del aumento del nivel del mar, las regiones costeras sufrirán inundaciones graves. Bangladesh, uno de los países más pobres del mundo, también es el más vulnerable al aumento del nivel del mar. Su población está gravemente afectada por las tormentas. Las catástrofes naturales ya han causado daños en hasta 100 km. tierra adentro, por lo que resulta pavoroso imaginar a qué punto llegarían con un aumento acelerado del nivel del mar.

\* precipitaciones: se ha observado un aumento en regiones de altas latitudes del Hemisferio Norte, especialmente durante el invierno, mientras que con posterioridad a la década de 1960 han

---

disminuido en los subtrópicos y trópicos desde África a Indonesia. Las predicciones indican un aumento de las precipitaciones a escala mundial, pero las tendencias a escala local son mucho menos seguras. Mayores lluvias y nieve significarán condiciones del suelo más húmedas en los inviernos de latitudes altas, pero el aumento de la temperatura podría implicar que en el verano los suelos estarán más secos.

\* salud: la transmisión de numerosas enfermedades infecciosas está directamente relacionada con los factores climáticos, ya que los agentes de infección y sus organismos transmisores son sensibles a factores tales como la temperatura, el agua, la humedad en general y del suelo en particular, el viento. Esto se aplica en especial para las enfermedades transmitidas por organismos vivos, como en el caso de la malaria que es transmitida por un mosquito. Si bien no está unánimemente aceptado, algunas proyecciones indican que el cambio climático y el cambio de los patrones meteorológicos afectarían el alcance (tanto en altitud como en latitud), la intensidad y la estación propicia de numerosas enfermedades infecciosas.

\* agricultura: el aumento de la tasa de evaporación contribuiría a la salinización de las tierras agrícolas irrigadas. La degradación del suelo inducida por el clima sumada al aumento de plagas, sequía e inundaciones podría provocar una pérdida de entre 10% y 15% de los rendimientos de granos de África, América Latina y Asia en los próximos 50 años. De cumplirse esta previsión y de mantenerse incambiado el actual modelo de distribución desigual de la apropiación de los recursos, el riesgo de que se exacerbén las condiciones de hambre en los países empobrecidos es muy grande.

\* bosques: el cambio climático afectaría la salud y composición de los bosques del planeta. Algunas proyecciones indican que en un plazo de cien años podría haber un desplazamiento de entre 150 y 550 km en las zonas climáticas aptas para ciertos bosques. En las regiones montañosas, ciertas especies y comunidades vegetales, en especial de árboles, podrían desaparecer totalmente por el desplazamiento hacia latitudes superiores de especies que viven cerca de los bordes altos de las montañas. La migración, que se produce por la adaptación de las semillas diseminadas en zonas más aptas, quedaría limitada por la falta de espacio para que las semillas puedan establecerse. Los bosques caducifolios (que pierden las hojas anualmente) se desplazarían hacia latitudes más altas, reemplazando en muchas regiones a los bosques de coníferas. Estudios realizados en Suiza sugieren que un aumento de 3° C en la temperatura provocaría una invasión de árboles caducifolios en el cinturón subalpino y la invasión de árboles de coníferas en la zona alpina.

Por otro lado hay especies de árboles que han desarrollado una ventaja comparativa que les permite sobrevivir en condiciones de suelo y clima muy específicas. Un cambio, siquiera mínimo, de las condiciones las afectaría gravemente y podría provocar incluso su desaparición.

Pueden ocurrir numerosos cambios en los bosques como consecuencia de alteraciones sutiles del equilibrio competitivo entre las especies. Por ejemplo, el aumento de las temperaturas seguramente cambiarían el intervalo entre la época de floración y la estación en que pierden sus hojas, pero los efectos podrían ser diferentes para las distintas especies.

Todo esto, en definitiva, implica que la diversidad biológica estaría en peligro ya que el posible ritmo del cambio climático al cual estarían sujetos los bosques será mayor que el ritmo al cual éstos puedan adaptarse.

\* los recursos hídricos: los cambios en las corrientes de los ríos podrían afectar las napas de agua subterránea. El aumento del nivel del mar podría provocar el ingreso de agua salada en los acuíferos

---

costeros. Las fuentes de agua podrían ser degradadas o desaparecer, agudizando la competencia.

\* aumento de las sequías y las inundaciones: se calcula que la alteración de los ciclos hidrológicos provocará la extensión e intensificación de los procesos de desertificación en varias partes de África, mientras que en el sudeste asiático ya se está experimentando la disminución de los monzones en algunas regiones. En otras regiones, como Nepal, Birmania e India, esos cambios han causado inundaciones en gran escala.

\* contaminación de la tierra y el agua: las inundaciones contribuirían a esparcir los productos químicos tóxicos utilizados en los modelos agrícolas industriales.

Todos estos factores sumados implicarían el colapso de numerosos ecosistemas frágiles (bosques y arrecifes de coral, por ejemplo), que no pueden responder con la suficiente rapidez a los cambios bruscos de temperatura, con lo cual habría un aumento drástico del índice de pérdida de especies. La pérdida de la biodiversidad podría incluso desencadenar una serie de catástrofes que podrían significar la extinción de la vida del planeta tal como la conocemos.