

# Cambios climáticos

---

A pesar de sus extraordinarios adelantos tecnológicos, el hombre sigue dependiendo en último extremo del sistema climático de la Tierra para poder procurarse los alimentos y el agua dulce que necesita. Los fenómenos climáticos extremos, tales como lluvias o sequías excesivas y temperaturas más altas o más bajas que las normales para la estación del año, se han producido recientemente en diversas regiones del mundo, han conducido a la conjetura de que está teniendo lugar una importante modificación del clima a escala mundial. Hay quienes ven en el descenso de las temperaturas en el hemisferio norte una indicación de que la Tierra está entrando en una nueva época glacial. En cambio, otros creen observar una tendencia a un aumento mundial de la temperatura que pudiera deberse a una acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. Un Grupo de expertos sobre cambios climáticos, de la Organización Meteorológica Mundial, ha preparado un documentado informe sobre estas cuestiones. A continuación figuran diversos pasajes tomados de dicho informe.

En los últimos 8 000 años la Tierra viene pasando por un período interglacial relativamente caliente dentro de la cadena en la que se alternan períodos glaciales e interglaciales, con menos hielo que en cualquier otra época dentro de los últimos 100 000 años (acumulado en su mayor parte en los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida). Las temperaturas de las latitudes medias son actualmente de 5 a 8°C más altas que las correspondientes a los períodos glaciales extremos, del mismo modo que el nivel de los mares ha experimentado un aumento que oscila entre 80 y 100 metros.

Desde que la Tierra salió del último período glacial, hace unos 8 000 a 10 000 años, se ha podido determinar gracias a diversos indicadores paleoclimáticos que el clima en nuestro planeta ha oscilado dentro de límites mucho más estrechos. Los cambios climáticos postglaciales se han manifestado, en parte, en forma de avances y retrocesos de los hielos polares y de los glaciares de montaña, a intervalos de 2 000 a 3 000 años aproximadamente, dentro del llamado "ciclo neoglacial". La "pequeña edad de los hielos", período con temperaturas inferiores en 1 o 2°C a las de hoy día y en la que reinaba un régimen de tormentas en el Atlántico Norte, duró aproximadamente desde al año 1550 al 1850 de nuestra Era y formaba parte de ese ciclo neoglacial.

Desde que transcurrió esa Edad, el mundo se ha calentado, en general, 1°C, si bien el régimen de calentamiento ha sido irregular y es imposible determinar con precisión si esa edad ha completado ya su ciclo. Este calentamiento fue particularmente pronunciado en los primeros 25 años del siglo actual, siendo en el sector atlántico del casquete polar ártico donde se registró el aumento más rápido de las temperaturas (varios grados centígrados en 50 años). Los fenómenos ocurridos en el hemisferio austral no se han podido documentar con tanta claridad.

En términos generales parece que, de entonces para acá, las tendencias climáticas características de la primera mitad del siglo XX han cambiado de sentido, por lo menos en el hemisferio norte. Las temperaturas han descendido, especialmente en el Ártico y en el Atlántico subártico (en varios grados centígrados en algunas zonas) en los que la extensión de los hielos marinos ha aumentado nuevamente. La circulación atmosférica del hemisferio norte ha pasado a ajustarse a un esquema que recuerda al que tenía en la última parte del siglo XIX, con tendencia a una mayor variabilidad de las condiciones meteorológicas en muchas regiones. Es posible que en los últimos años estos cambios hayan empezado a dejar de producirse, si es que no han empezado de nuevo a cambiar de signo.

Los últimos años han sido testigos igualmente de graves sequías, como la que se produjo en el Sahel africano, del retroceso del anillo monzónico tropical y de otras manifestaciones extremas en otras regiones del mundo. No se puede determinar con claridad hasta qué punto esos fenómenos puedan estar interrelacionados como manifestaciones de una fluctuación coherente y sistemática del clima a escala mundial.



Figurosa sequía en el Alto Volta, país que se halla en la región del Sahel, en el límite meridional del desierto del Sáhara. Una mujer nómada busca alimento recogiendo hojas de uno de los escasos árboles de la charca que todavía conservan restos de su follaje. Foto: Naciones Unidas /FAO.

Un ejemplo del tipo de relación recíproca que probablemente contribuye en considerable medida a la variación del régimen climático es la que tiene lugar entre la cubierta de nieve, la reflexión de la radiación solar y la temperatura del aire. Cuando se produce un pequeño descenso de temperatura que favorece la formación de una capa de nieve, la correspondiente mayor reflexión de la radiación solar por esta última reducirá en el plano local el calentamiento solar de la superficie y de la atmósfera terrestres. Este menor calentamiento será a su vez causa de un descenso mayor aún de la temperatura del aire, conservando la nieve y creando tal vez condiciones favorables para que se produzcan nuevas nevadas sobre una extensión de terreno más amplia. Cuando el punto inicial consiste en una disminución de la temperatura se produce una cadena de acontecimientos análoga pero en sentido inverso. El efecto final en ambos casos es la amplificación y prolongación de pequeñas perturbaciones climáticas.

#### **Efectos de las actividades humanas sobre el clima**

Muchos científicos han propugnado la idea de que las actividades del hombre pueden ser causa de diversos cambios climáticos actuales y futuros. A escala local, como en el caso de zonas urbanas, los efectos humanos sobre el clima son una realidad fácil de demostrar. El relativo calor de las grandes ciudades, conocido como "el efecto de las islas térmicas urbanas", es un ejemplo muy bien documentado de tales efectos locales. En mayor escala geográfica se considera actualmente que el efecto de las actividades humanas es pequeño en relación con la magnitud de la variabilidad climática natural. Sin embargo, es preciso reconocer que esas actividades encierran una gran importancia potencial como modificativas de la evolución natural del clima en gran escala a lo largo de los próximos 100 o 200 años.

*La acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera del globo, puesta claramente de manifiesto en observaciones efectuadas en el mundo entero desde finales del siglo XIX y que llega a ser hoy día un 10% por lo menos, puede atribuirse con seguridad en muchos casos*

*a la combustión de los combustibles fósiles. Si en los próximos 100 o 200 años se consumiese la mayor parte de las reservas conocidas de esos combustibles, como parece que así ha de ocurrir, la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera aumentará probablemente hasta varias veces su nivel actual. La información más fidedigna de que actualmente se dispone indica que un aumento de tal envergadura del dióxido de carbono se traduciría en un calentamiento muy considerable del clima mundial, del orden de varios grados centígrados, y que, a causa de la lentitud del proceso de disipación, este calentamiento podría persistir durante muchos siglos después que hayan quedado sustancialmente disminuidas las reservas de combustible fósil. También es probable que se registren otros efectos climáticos, aunque de momento resulte difícil preverlos.*

*El calor liberado al medio ambiente por la generación y uso de la energía, sea de origen fósil o de origen nuclear, puede también producir un calentamiento significativo, aunque es poco probable que llegue a ser motivo de preocupación, a menos y hasta que la demanda energética de la colectividad humana llegue a multiplicarse por diez o incluso más lo cual podría suceder dentro del próximo siglo.*

Otros efectos de la acción del hombre, por ejemplo los que pueden atribuirse a la creciente contaminación de la atmósfera por aerosoles y la modificación de la alta atmósfera a causa de los efectos de su contaminación con óxidos de nitrógeno y compuestos de cloro (tales como los clorofluorometanos), tienen una importancia relativa todavía mal conocida con respecto al clima del futuro. Estas cuestiones merecen ser estudiadas más a fondo.

Aparte las observaciones a escala local, no se encuentran pruebas inequívocas de que influencias humanas de cualquier tipo hayan sido la causa de manifestaciones climáticas inusitadas en cualquier parte del mundo. Esto no es en modo alguno sorprendente, considerando la gran variabilidad natural del clima, la cual hace difícil descubrir el impacto humano. No obstante, no está justificado adoptar una actitud de pasiva satisfacción acerca de los efectos potencialmente graves que podrían tener en el futuro las actividades humanas.

Del estudio de las condiciones climatológicas en el pasado puede deducirse que calentamiento interglacial de los últimos 8 000 años, terminará por ser sustituido por un régimen más frío y más glacial. La iniciación de este cambio puede muy bien distar aún varios milenios o varios siglos, aunque igualmente cabe imaginar que es posible que el cambio se haya iniciado ya. Parece probable que tal transición tendrá lugar de una forma lo suficientemente gradual para que en los próximos 100 a 200 años el cambio sea casi imperceptible en medio de la compleja variabilidad del clima en el mundo entero. Existe, sin embargo, una probabilidad muy pequeña, aunque finita, de que en ese mismo período de tiempo tenga lugar un enfriamiento mucho más rápido del clima.

Hay que reconocer que estas suposiciones quedarían invalidadas si, conforme actualmente se considera probable, la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera y otros efectos de las actividades humanas durante los próximos 200 años contribuyeran a un calentamiento general del clima mundial. Esto traería como probable consecuencia una regresión considerable del hielo marino flotante en las regiones árticas. Es oportuno señalar que cuando tuvo lugar el retroceso del frente de hielo marino durante el llamado óptimo climático, hace unos 5 000 años, se produjeron importantes desplazamientos de los cinturones climáticos en latitudes más bajas. Cabe imaginar que el calentamiento general culminaría en la desaparición total del hielo marino ártico, situación extrema que se cree no ha tenido precedente en el último millón de años.

Los ecosistemas actuales y muchos de los sistemas complejos e interdependientes creados por el hombre moderno se hallan bastante bien adaptados a las condiciones climáticas que han venido reinando en el pasado y, en consecuencia, son bastante sensibles a los cambios del clima. Por ejemplo, los métodos actualmente empleados para la producción de alimentos y de fibras se basan en unas condiciones climáticas promedias, e incluso un ligero cambio climático podría tener consecuencias sociales y económicas graves. Un enfriamiento de la

Tierra de tan solo 1°C podría traducirse, en las latitudes medias y altas, en un acortamiento de la temporada de cultivo del trigo a la vez que en un desplazamiento de los límites de las principales regiones trigueras, y en una disminución de las capturas pesqueras y de la producción de madera; por el contrario, en las latitudes bajas el cambio podría resultar beneficioso. De manera análoga, un aumento global de la temperatura podría tener como consecuencia un aumento de la producción en ciertas regiones y en una disminución del rendimiento en otras.

#### **Futuras actividades**

Sobre la base de los conocimientos actuales, la **vigilancia** de los procesos naturales y antropogénicos que ocasionen variaciones climáticas, es de vital importancia, en particular con miras a una pronta evaluación de los posibles riesgos. Esta vigilancia se está organizando actualmente dentro del marco del programa del GEMS (Sistema global de control del medio ambiente). Entre los parámetros que han de vigilarse se encuentran los siguientes:

- a) Dióxido de carbono;
- b) Naturaleza y transmisibilidad de las partículas de aerosoles de origen volcánico en la estratosfera, especialmente en las regiones polares;
- c) Concentración de vestigios de gases (por ejemplo, óxido de nitrógeno, dióxido sulfúrico, clorofluorocarbono) y de aerosoles en la troposfera inferior;
- d) Extensión y albedo de la nieve y del hielo en la superficie;
- e) Variaciones del albedo de superficie, tanto en tierra como en el mar, especialmente con respecto a los regímenes de aprovechamiento del terreno, cambios de la vegetación, contaminación, y productividad biológica de los océanos.

Ha de prestarse particular atención a la necesidad de vigilar los pequeños cambios que *posiblemente se produzcan en la radiación solar extraterrestre, principalmente en la región del espectro visible y en el sector ultravioleta inmediato.*

Es necesario igualmente realizar investigaciones en busca de una mejor adaptación de las actividades humanas a la variabilidad y cambios climáticos. Esta afirmación es especialmente indiscutible por lo que respecta a la necesidad de aumentar la producción agrícola y también en lo que se refiere a las repercusiones del empleo de la energía sobre las condiciones climáticas que concurren a los niveles local, nacional y mundial.

#### **El Comité Ejecutivo de la Organización Meteorológica Mundial ha probado las siguientes declaraciones acerca de los cambios climáticos y de su estudio:**

- Aunque a largo plazo es de esperar que se produzca un importante cambio natural a un régimen climático distinto, no es probable que se pueda percibir a corto plazo tendencia alguna hacia un cambio de este tipo, ya que su apreciación quedaría oscurecida por la amplia variabilidad climática correspondiente a un plazo más corto;
- Los cambios climáticos a plazo más corto y, posiblemente, los cambios antropogénicos, constituyen motivo de preocupación inmediata debido a su importante repercusión sobre el bienestar del hombre y sobre el desarrollo económico;
- Se precisa de mejores medios para pronosticar los cambios naturales del clima a corto plazo, a fin de que los gobiernos puedan estudiar la adopción de medidas apropiadas;
- Se necesita conocer mejor el impacto de las actividades humanas sobre el clima global, habida cuenta de sus posibles consecuencias, así como disponer de medios mejores para pronosticar ese impacto.
- Aunque limitados, los actuales conocimientos sobre la variabilidad climática natural a corto deberían utilizarse de manera más eficaz en la planificación del desarrollo económico y social.