

CAMBIO CLIMÁTICO: UNA INNEGABLE Y PREOCUPANTE REALIDAD¹

Educadores por la sostenibilidad

La alerta ante la influencia de las acciones humanas en la evolución del clima comienza a cobrar fuerza a finales de los años sesenta con el establecimiento del Programa Mundial de Investigación Atmosférica, si bien las primeras decisiones políticas en torno a dicho problema se adoptan en 1972, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH). En dicha Conferencia, se propusieron actuaciones para mejorar la comprensión de las causas que estuvieran pudiendo provocar un posible cambio climático. Ello dio lugar en 1979 a la convocatoria de la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.

Otro paso importante, para impulsar la investigación y adopción de acuerdos internacionales para resolver los problemas, tuvo lugar con la constitución, en 1983, de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo conocida como Comisión Brundtland. El informe de la Comisión subrayaba la necesidad de iniciar las negociaciones para un tratado mundial sobre el clima, investigar los orígenes y efectos de un cambio climático, vigilar científicamente el clima y establecer políticas internacionales para la reducción de las emisiones a la atmósfera de los gases de efecto invernadero.

A finales de 1990, se celebró la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, reunión clave para que Naciones Unidas arrancara el proceso de negociación que condujese a la elaboración de un tratado internacional sobre el clima.

Hoy, tras décadas de estudios, no parece haber duda alguna entre los expertos acerca de que las actividades humanas están cambiando el clima del planeta. Ésta fue, precisamente, la conclusión de los Informes de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC <http://www.ipcc.ch/>), organismo



¹ Extraído de los "Temas de acción claves" de la página de la Década por una Educación para la Sostenibilidad. <http://www.oei.es/decada/accion17.htm>

creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con el cometido de realizar evaluaciones periódicas del conocimiento sobre el cambio climático y sus consecuencias. Hasta el momento, el IPCC ha publicado cuatro informes de Evaluación, en 1990, 1995, 2001 y 2007, dotados del máximo reconocimiento mundial. El día 2 de febrero de 2007 se hizo público, con un notable y merecido impacto mediático, **el IV Informe de Evaluación del Panel Internacional sobre Cambio Climático** (IPCC), organismo científico de Naciones Unidas.

Miles de científicos habían puesto en común los resultados de sus investigaciones, plenamente concordantes, y la conclusión puede resumirse en las palabras pronunciadas por Achim Steiner, Director del Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA): *"El 2 de febrero pasará a la historia como el día en que desaparecieron las dudas acerca de si la actividad humana está provocando el cambio climático; y cualquiera que, con este informe en la mano, no haga algo al respecto, pasará a la historia como un irresponsable"*.

Los resultados de estos análisis son realmente preocupantes: la proporción de CO₂ en la atmósfera, por ejemplo, ha aumentado de forma acelerada en las últimas décadas, provocando un notable *incremento del efecto invernadero* (Balairón, 2005). Y, antes de referirnos a las causas de este alarmante fenómeno, es preciso salir al paso del frecuente error que supone hablar negativamente del efecto invernadero. Gracias a que hay gases "de efecto invernadero" en la composición de la atmósfera (dióxido de carbono, vapor de agua, óxido de nitrógeno, metano...) la energía solar absorbida por el suelo y las aguas no es total e inmediatamente irradiada al espacio al dejar de ser iluminados, sino que la atmósfera actúa como las paredes de vidrio de los invernaderos y, de este modo, la temperatura media de la Tierra se mantiene en torno a los 15º C. Así se logra un balance energético natural que evita tremendas oscilaciones de temperatura, incompatibles con las formas de vida que conocemos.

El problema no está, pues, en el efecto invernadero, sino en la *alteración* de los equilibrios existentes, *en el incremento* de los gases que producen el efecto invernadero, debido fundamentalmente a la emisión creciente de CO₂ que se produce al quemar combustibles fósiles como carbón o petróleo, sin olvidar que hay otros gases, como el metano, óxido nitroso, clorofluorcarbonos, hidrofurocarbonos, vapor de agua y el ozono, que contribuyen también a ese efecto y las emisiones de la mayoría de ellos crecen cada año.

Es chocante, por ejemplo, que los compuestos hidrofluorcarbonados (HFC) hayan sustituido a los fluorclorocarbonados (CFC), causantes de la destrucción de la capa de ozono, en los aerosoles y equipos de refrigeración. Se evita así esa destrucción de la capa de ozono, pero se sigue contribuyendo al incremento del efecto invernadero. Y lo mismo ocurre con los proyectos para construir nuevas centrales térmicas, que siguen adelante en muchos países, pese a que comportarán un notable aumento de las emisiones de CO₂, además de provocar otras formas de **contaminación sin fronteras**, como la lluvia ácida, que contribuyen a destruir los bosques, reduciendo, por tanto, la capacidad de absorción del dióxido de carbono. De hecho, la responsabilidad del incremento del efecto invernadero y el consiguiente aumento de la

temperatura media del planeta, es compartida casi al 50% entre la deforestación y el aumento de emisiones de CO₂ y demás gases invernadero. Y las consecuencias de degradación ambiental comienzan ya a ser perceptibles (Folch, 1998; McNeill, 2003; Vilches y Gil, 2003; Lynas, 2004; Duarte, 2006):

- disminución de los glaciares y deshielo de los casquetes polares, con la consecuente subida del nivel del mar y destrucción de ecosistemas esenciales como humedales, bosques de manglares y zonas costeras habitadas;
- deshielo, en particular, del *permafrost*, (suelos congelados de la tundra siberiana, Canadá y Groenlandia) que encierra musgo y líquen acumulados desde la última glaciación y que, al descongelarse, se descomponen emitiendo metano, gas cuyo efecto invernadero es más de 100 veces superior al CO₂, lo que podría dar lugar a lo que Pearce (2007) denomina un tsunami atmosférico y que está provocando ya el derrumbamiento de numerosos edificios y la ruptura de oleoductos y carreteras en Siberia y Alaska (Gore, 2007);
- transformación de los océanos en fuente de CO₂ en vez de sumideros debido al aumento de temperatura.
- alteraciones en las precipitaciones y un aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos (sequías, grandes incendios, huracanes, lluvias torrenciales e inundaciones, avalanchas de barro...);
- modificaciones en las migraciones de aves con graves consecuencias para la biodiversidad.
- acidificación de las aguas y destrucción de los arrecifes de coral, auténticas barreras protectoras de las costas y hábitat de innumerables especies marinas;
- erosión y desertización;
- alteración de los ritmos vitales de numerosas especies;
- ...

Todo ello con graves implicaciones sociales, en particular, con repercusiones en la agricultura, los bosques, las reservas de agua... y, en definitiva, para la salud humana: aumento de la mortalidad asociado a las olas de calor, y otros fenómenos extremos, incremento de alergias, enfermedades respiratorias, diferentes tipos de cáncer, etc. (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; McNeill, 2003; Duarte, 2006).

Los cambios provocados por los seres humanos están siendo tan profundos que se habla de una era geológica nueva, el *antropoceno*, término propuesto por el premio Nobel Paul Crutzen (Crutzen y Stoermer, 2000) para destacar la responsabilidad de la especie humana (Pearce, 2007). Y las nuevas predicciones del IPCC para el siglo XXI señalan que las temperaturas globales seguirán subiendo, el nivel del mar experimentará ascensos significativos y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos aumentará.

Una retroacción particularmente preocupante es la posible alteración en la **circulación termohalina** y sus consecuencias (Broecker, 1991). Se denomina así a las corrientes oceánicas impulsadas por flujos superficiales de aguas saladas y cálidas (de ahí su nombre) procedentes de los trópicos que en el ártico y la región antártica se enfrían y se hacen más densas, hundiéndose a grandes profundidades. Esas aguas profundas se desplazan y van recorriendo los océanos



hasta emerger de nuevo al calentarse regresando por superficie al atlántico donde comenzará un nuevo ciclo. La circulación termohalina actúa así como una gran **cinta transportadora oceánica** que juega un papel fundamental en la distribución de agua caliente desde los trópicos hasta las regiones polares y en el intercambio de CO₂ entre la atmósfera y los océanos. Pero, debido a la elevación de la temperatura en los casquetes polares y consiguientes incrementos de agua dulce procedentes del deshielo, el agua puede no alcanzar la densidad suficiente para hundirse, lo que podría provocar, según los expertos, una ralentización de la circulación termohalina llegando incluso al colapso (Duarte, 2006; Gore 2007; Pearce 2007), con drásticas consecuencias sobre el clima global del planeta.

Es cierto también que las consecuencias son, en parte, impredecibles. Hay que tener en cuenta que el clima es un sistema tremendamente complejo que no sólo comprende la atmósfera, sino también los océanos, hielos, la tierra y su relieve, los ríos, lagos, aguas subterráneas... La radiación solar, la rotación de la Tierra, la composición de la atmósfera y los océanos afectan a este sistema y cambios pequeños en parámetros importantes, como la temperatura, pueden causar resultados inesperados y no lineales. Ello se ha aprovechado por algunos, hasta muy recientemente, para decir que "las cosas no están claras" y justificar así su rechazo a la adopción de medidas. Pero, como ha señalado la Unión Geofísica Americana (AGU), institución científica internacional de más de 35000 miembros, "el nivel actual de incertidumbre científica no justifica la falta de acción en la mitigación del cambio climático".

Ya no es posible negarse a aceptar que estamos en una situación de emergencia planetaria. No es posible seguir afirmando que "el planeta es muy resistente, que lo que los humanos estamos haciendo con la Tierra es nimio comparado con los cambios que ha experimentado antes por causas naturales; que ya ha habido otros cambios notables en la composición de la atmósfera y en la temperatura, hubo glaciaciones... y la Tierra continuó girando". Todo ello es verdad: en el pasado también ha habido alteraciones en la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero que han originado profundos cambios climáticos. Sin embargo, como han señalado los meteorólogos, el problema no está tanto en los cambios como en la rapidez de los mismos (<http://www.mma.es/oecc/index.htm>): baste señalar que la proporción de CO₂ en la atmósfera se ha incrementado en 200 años... más que en los 10000 precedentes! Y Delibes de Castro puntualiza: "Nunca ha habido tanto CO₂ en la

atmósfera desde hace al menos 400 000 años. Y seguramente nunca, en esos cuatro mil siglos, ha hecho tanto calor como el que me temo hará dentro de pocos lustros" (Delibes y Delibes, 2005).

Pero no es necesario esperar: según un reciente estudio, realizado por científicos del Instituto Goddard de la NASA, la Tierra está alcanzando las temperaturas más altas desde hace 12000 años, señalando que si aumenta un grado más igualará el máximo registrado en el último millón de años.

"Esto significa -explican los autores del estudio- que un mayor calentamiento global de un grado define un nivel crítico. Si el calentamiento se mantiene en ese margen, los efectos del cambio climático podrían ser manejables, porque durante los periodos interglaciales más templados, la Tierra era más o menos como es hoy. Pero si las temperaturas suben dos o tres grados centígrados más, probablemente veremos cambios que harán de la Tierra un planeta diferente del que conocemos hoy. La última vez que la superficie del planeta alcanzó esas temperaturas, hace unos tres millones de años, se estima que el nivel del mar era unos 25 metros más alto que el actual". Y el estudio se refiere a claros indicios de cómo el calentamiento global ha empezado a mostrar sus efectos en la naturaleza.

El punto crítico de un proceso irreversible está, pues, a sólo uno o dos grados más y desde hace 30 años se ha acelerado el calentamiento, aumentando la temperatura media en 0.2 °C cada 10 años. Si el proceso continuara, el **desastre global** se produciría en poco más de 50 años.

En consecuencia, aunque existen todavía muchas incertidumbres que no permiten cuantificar con la suficiente precisión los cambios del clima previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata, de acuerdo al denominado "principio de precaución" al que hace referencia el **Artículo 3 de la Convención Marco sobre Cambio Climático**. Nos remitimos también a este respecto a las "Pautas para aplicar el principio de precaución a la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales" (<http://www.pprinciple.net/>). Como señala Duarte (2006) el calentamiento global "es una realidad en la que estamos ya plenamente inmersos" y "su consideración como especulación o como proceso futuro aún por llegar solo puede retrasar la adopción de medidas de adaptación y mitigación y, con ello, agravar los impactos de este importante problema".

Resulta absolutamente necesario, pues, interrumpir esta agresión a los equilibrios del planeta para hacer posible un futuro sostenible. Por ello en 1997, como resultado de un acuerdo alcanzado en la Cumbre de Río en 1992, se firmó el Protocolo de Kyoto, por el cual los países firmantes asumían el compromiso de reducir las emisiones en porcentajes que varían según su contribución actual a la contaminación del planeta, estableciendo sistemas de control de la aplicación de estas medidas.

Para que el acuerdo entrara en vigor, se estableció un mínimo de 55 países firmantes que sumaran en conjunto al menos un 55% de las emisiones correspondientes a los 39 países implicados en el acuerdo. Y aunque existen países como EEUU (con mucho, el más contaminante) que no asumen todavía el Protocolo de Kyoto y por lo tanto no se comprometen a aplicar las medidas que en él se plantean, tras su ratificación por el

parlamento ruso en octubre de 2004 se aseguraron los apoyos necesarios para su entrada en vigor, que tuvo lugar el 16 de febrero de 2005. Una fecha que, sin duda, pasará a la historia como el inicio de una nueva etapa en la protección del medio ambiente por la comunidad internacional. Pese a que se trata solamente de un primer paso todavía tímido en la regulación de la contaminación ambiental, en la lucha contra el cambio climático, la importancia de este hecho es enorme por lo que supone de regulación global de un ámbito que afecta a numerosos aspectos de nuestras actividades y un paso hacia la cada vez más imprescindible prevención de riesgos y la gestión integrada de los recursos del planeta (Mayor Zaragoza, 2000; McNeill, 2003; Riechmann, 2003). Una gestión que exige, además de medidas políticas a escala planetaria, como el Protocolo de Kyoto, el impulso de [tecnologías para la sostenibilidad](#) y un sostenido esfuerzo educativo capaz de modificar actitudes y comportamientos, como el que pretende la [Década de la Educación para la sostenibilidad](#).

REFERENCIAS

- BALAIRÓN, L. (2005). El cambio climático: interacciones entre los sistemas humanos y los naturales". En Nombela, C. (Coord.), *El conocimiento científico como referente político del siglo XXI*. Fundación BBVA.
- BROECKER, W. S. (1991). The Great Ocean Conveyor. *Oceanography*, 4, 79-89.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.
- CRUTZEN, P. J. y STOERMER, E. F. (2000). The "Anthropocene". *Global Change Newsletter*, 41, 12-13.
- DELIBES, M. y DELIBES DE CASTRO, M. (2005). *La Tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?* Barcelona: Destino.
- DUARTE, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.
- FOLCH, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel.
- GORE, A. (2007). *Una verdad incómoda*. Barcelona: Gedisa S.A.
- LYNAS, M. (2004). *Marea alta. Noticia de un mundo que se calienta y cómo nos afectan los cambios climáticos*. Barcelona: RBA Libros S. A.
- MCNEILL, J. R. (2003). *Algo nuevo bajo el Sol*. Madrid: Alianza.
- MAYOR ZARAGOZA, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO. Círculo de lectores.
- PEARCE, F. (2007). *La última generación*. Benasque: Barrabes
- RIECHMANN, J. (2003). *Cuidar la T(t)ierra*. Barcelona: Icaria.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press. Capítulo 4.