

## **Cambio climático: ¿Ciencia? ¿Política? ¿Economía?**

Sergio Alonso Oroza

---

### **VV. AA.**

El campo de las Ciencias y las Artes 2000: El cambio climático  
Servicio de Estudios BBVA, Madrid, 2000 470 págs.

### **J.E. Llebot**

El cambio climático  
Cuadernos de Medio Ambiente. Rubes Editorial, Barcelona, 1998 160 págs.

### **A. Rivera**

El cambio climático: el calentamiento de la Tierra  
Temas de Debate, Madrid, 2000 270 págs.

---

A veces se oyen comentarios inadecuados, sin fundamento establecido, acerca de la cuestión del cambio climático. En términos científicos no hay que pensar sólo en el inducido por el hombre o, más concretamente, por la actividad humana. Y esto se debe precisar así porque hay un cambio climático natural cuyo devenir no tiene nada que ver con el hombre. Más bien al contrario, fue ese cambio de clima el que permitió la aparición de la vida sobre el planeta, mientras que ahora podemos asegurar que una de las especies vivas, la humana, está participando en su evolución y lo hace de tal manera que no es posible entender el futuro climático de la Tierra sin tomar en consideración su influencia. La actividad humana ha hecho cambiar muchas cosas; la mayor parte de ellas, evidentemente, para bien; pero otras, es duro reconocerlo, no tanto.

De la evolución del clima hay cosas que sabemos con bastante precisión y otras mucho peor o que, incluso, desconocemos. Decimos los científicos que existen incertidumbres, las cuales no nos permiten poder asegurar, a ciencia cierta, algunas particularidades que, con frecuencia, se nos pide que precisemos. Muchas veces son los políticos los que demandan de los científicos resultados cuantitativos. Otras veces son los medios de comunicación y otras, aunque las menos, los propios ciudadanos.

Pero, ¿qué sabemos realmente del cambio climático? O, como deberíamos decir realmente, ¿qué sabemos del cambio de clima? Lo primero que podemos decir es que nos consta que el clima que tenemos ahora en la Tierra es diferente del que ha habido en épocas pasadas, así como que es diferente del que habrá en el futuro. El clima es algo dinámico, cambiante, incluso irrepetible, consecuencia de los intercambios de energía entre partes diferentes de lo que se llama *Sistema Climático*, que podemos entender como sinónimo de *Planeta Tierra*. Esas partes o *subsistemas* son:

- a) La atmósfera, envoltura gaseosa del planeta, allí donde percibimos el clima.
- b) La hidrosfera, formada por océanos, mares, lagos, etc.

- c) La litosfera, corteza sólida emergente de los continentes, allí donde vivimos.
- d) La biosfera, formada por todos los seres vivos, incluido el hombre; y
- e) La criosfera, formada por los hielos que cubren parte de océanos y continentes.

Los subsistemas indicados del Sistema Climático tienen dinámicas muy diferentes. Mientras unos sufren cambios continuos apreciables (la atmósfera, por ejemplo, con su sucesión de tiempos –soleados, nubosos, ventosos, lluviosos, etc.– tan diferentes), otros lo hacen muy lentamente; tan lentamente, en algunos casos, que, para la vida del hombre o de varias generaciones humanas, no tiene sentido considerar su variabilidad (como sería el caso de la litosfera, a excepción de la capa de suelo más superficial). Cuando la energía que recibimos del Sol alcanza la Tierra se distribuye entre todos los subsistemas y se intercambia entre unos y otros, atendiendo cada uno de ellos a su propia dinámica. De la diferencia entre estos intercambios surge la gran variedad de climas de las distintas regiones de nuestro planeta, que tan bien conocemos.

La energía que, procedente del Sol, resulta finalmente disponible para el Sistema Climático depende de muchos factores. Unos tienen que ver con la actividad del propio Sol, la posición de la Tierra con relación a él y la orientación en el espacio del eje del mundo. Todo ello ha cambiado desde que nuestro sistema solar existe. De esta forma sabemos explicar, por ejemplo, las glaciaciones y los períodos interglaciales; o sea, el cambio que ha experimentado el clima de la Tierra en épocas pretéritas. Otros factores dependen de características de los subsistemas del Sistema Climático. Por ejemplo, es indudable la influencia que tienen las erupciones volcánicas, inyectando en la atmósfera gases y, sobre todo, aerosoles (llamamos así a la materia en forma de partículas que se encuentra en suspensión en la atmósfera), dando lugar a un efecto de enfriamiento en todo el planeta, que puede persistir durante varios años si la erupción es lo suficientemente importante. Aquí tenemos un claro déficit en nuestro conocimiento del planeta. No sabemos dónde, cuándo, con qué intensidad... van a producirse las próximas erupciones; todo ello contribuye a nuestra ignorancia, formando parte de las incertidumbres. Otro factor interno al Sistema está relacionado con la composición química de la atmósfera. Desde su origen ha cambiado; antes de forma natural, ahora por influencia humana. ¡Y qué decir de los cambios provocados en la biosfera y el suelo, capa superior de la litosfera, tras el establecimiento de la agricultura y como consecuencia de la urbanización del territorio!

Uno de los procesos que tienen lugar en el sistema climático es el llamado *efecto invernadero*. Se trata de uno de esos temas en que la información que normalmente llega a nivel popular acostumbra a ser errónea. El efecto invernadero es un fenómeno natural (o sea, no provocado por la actividad humana). Es consecuencia de que la atmósfera terrestre permite mucho mejor el paso de la energía radiante que llega a través del espacio procedente del Sol (radiación de onda corta, ultravioleta y visible, esencialmente) que de aquella otra energía que es emitida por la superficie de la Tierra y por la propia atmósfera (en este caso, radiación de onda larga, infrarroja). A resultas del comportamiento diferente para esos dos tipos de radiación, la atmósfera atrapa una parte de la energía (que, en caso contrario, hubiera sido devuelta al espacio) y una fracción la reemite hacia el suelo. Son los propios constituyentes atmosféricos (gases, nubes, aerosoles, etc.) los responsables de este fenómeno que, por ejemplo, no se

produce en nuestro único satélite, la Luna, por carecer de atmósfera.

Debido al efecto invernadero, la Tierra tiene una temperatura media superior en unos 33 o C a la que tendría de no existir la atmósfera: unos 18 o C abajo cero!, como aproximadamente tiene la Luna. Este calentamiento debido al efecto invernadero ha contribuido a hacer posible el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Del efecto invernadero es responsable mayoritario (aproximadamente en un 80%) el vapor de agua y, a continuación, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), con algo menos de un 20% de contribución. ¿Por qué, entonces, se habla tanto del dióxido de carbono como *causa* del efecto invernadero?

La razón es la influencia del hombre. La quema masiva de combustibles fósiles hace que aumente en la atmósfera la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases (llamados genéricamente todos ellos gases de efecto invernadero, GEI). Como consecuencia de ello se produce una *intensificación* del efecto invernadero, dando lugar a un calentamiento cada vez mayor. Es decir, el efecto invernadero se intensifica al aumentar la concentración en la atmósfera de dióxido de carbono y demás GEI. Es difícil cuantificar cuánto mayor puede llegar a ser el calentamiento, debido a las incertidumbres que se tienen (sobre todo debido al desconocimiento de las concentraciones futuras de esos gases, a no conocer suficientemente bien el papel que desempeñan las nubes y los aerosoles en la absorción y redistribución de energía y a albergar muchas dudas sobre la fijación de carbono por parte de la vegetación y del suelo).

Entre los resultados más recientes se encuentran los del Centro Hadley, del Reino Unido, presentados en la reciente Conferencia de La Haya, a la que nos referiremos en detalle posteriormente; véase la dirección de Internet del centro británico al final del artículo. Están deducidos mediante simulación con modelos climáticos, y se indica un calentamiento de entre 2 o C y 4 o C para el siglo XXI, en valor medio para todo el planeta, pero con una distribución muy desigual sobre su superficie. También se deduce de la simulación con modelos que, de forma simultánea con ese calentamiento global, se alteran los patrones de precipitación, que se produce acumulación de hielo en unas zonas y fusión en otras, aunque se cree que esto no implica una modificación significativa del nivel del mar, contrariamente a lo que con tanta frecuencia se oye decir. Lo que sí se tiene la certeza que ocurrirá es que, como consecuencia de la dilatación del agua del mar al producirse el calentamiento global indicado, el nivel del mar subirá. Se estima que, por término medio, entre 30 y 45 cm hasta 2100. Pero, repito, y esto es importante, fundamentalmente debido a la dilatación del agua del mar y no a la fusión de los hielos. Y desde luego, no es achacable en absoluto a la fusión del hielo que flota sobre los mares, como ocurre en el Océano Ártico. La única fusión que podría afectar al nivel del mar es la de los hielos continentales.

Después de comentar someramente algunos condicionantes del clima, las posibilidades de cambio y algunos efectos, hay que señalar que nuestro conocimiento de los mecanismos que determinan el clima, aunque parcial, es suficiente para poderlo simular (ipor supuesto, no en el laboratorio!, pero sí mediante complejos modelos ejecutados en potentes ordenadores, como es el caso del Centro Hadley, cuyos últimos resultados he comentado en el párrafo anterior) y, en consecuencia, poder inferir las probabilidades de clima futuro, incluyendo el papel del hombre. Este tipo de simulación

se puede abordar gracias a que la herramienta utilizada, la modelización físico-matemática, permite reproducir con garantías suficientes el clima actual y el del pasado más reciente, así como rasgos fundamentales conocidos del clima en eras geológicas pasadas.

Veamos ahora con un cierto detalle en qué consisten los modelos que permiten la simulación del clima. Hay que indicar, en primer lugar, que los modelos no son una invención de los investigadores del clima; en física, y en otras ciencias, se emplean de manera habitual modelos que han resultado ser extraordinariamente útiles para el avance del conocimiento. En términos generales, los modelos son simplificaciones de la realidad que se utilizan como herramientas para describir y explicar fenómenos de interés científico. A veces se construyen los modelos mediante ecuaciones matemáticas que resumen relaciones empíricas entre variables características del fenómeno objeto de estudio. Por ejemplo, se pueden obtener esas relaciones a partir de un adecuado tratamiento estadístico de las variables. Otras veces son las leyes de la física, previa e independientemente establecidas, las que proporcionan la relación entre las variables y, además, permiten interpretar el porqué de esa relación. Finalmente, también son ecuaciones matemáticas las que relacionan las variables, pero ahora están basadas en leyes físicas.

Sea como fuere, se dispone de un conjunto de ecuaciones que permiten describir de forma aproximada (no se olvide que se trata de una simplificación) la realidad. Es precisamente este hecho el que va a permitir explicar, al menos en parte, las discrepancias que aparezcan entre una descripción simulada de la realidad mediante un modelo y la realidad de la observación de un fenómeno real. Y no se trata de un juego de palabras.

Una vez que se dispone del sistema de ecuaciones que constituyen un modelo hay que escribirlas de forma adecuada para poder hacer cálculos y obtener información cuantitativa referida al fenómeno estudiado. En el caso que nos ocupa, habría que obtener, por lo menos, los valores de temperatura y precipitación para conocer los rasgos fundamentales del clima. Pero, además, habría que hacerlo en todo el planeta y, en realidad, a diferentes niveles de la atmósfera, desde los más bajos, en contacto con el suelo o los mares, a los más altos. Y esto sólo por lo que hace referencia a la atmósfera porque, en los otros subsistemas, harían falta otras muchas variables (a modo de ejemplo, salinidad y temperatura en los océanos, masa de hielo, propiedades de los suelos y de la vegetación) y también a diferentes niveles o profundidades. La conclusión que se debe sacar de lo anterior es que es necesario aplicar las ecuaciones del modelo a una gran cantidad de puntos del espacio. Además, hay que añadir, son muchas las operaciones matemáticas a realizar para determinar todas las variables que describen el estado del Sistema Climático en un solo instante; pero para caracterizar al clima se debe conocer lo que ocurre, no en un instante concreto, sino a lo largo de intervalos de tiempo suficientemente duraderos, es decir, formados por una enorme sucesión de instantes individuales.

¿Cómo salir de este tremendo embrollo? La contestación no es inmediata. En primer lugar, si se quiere obtener como información climática algo semejante a lo descrito previamente, se deben utilizar los ordenadores más potentes del mundo. Para ello hay que volver a simplificar el modelo, escribiéndolo en una forma que resulte adecuada

para el ordenador. Una vez hecho esto, los ordenadores serían los encargados de realizar los millones y millones de operaciones numéricas necesarias para obtener en un tiempo razonable simulaciones del clima para varias décadas o, incluso, siglos. Muchas veces se habla de simulaciones numéricas del clima para recoger el modo en que se obtiene la información climática que se desea. Hay que indicar, también, que a estos modelos complejos se les denominan *Modelos Globales de Clima*. A veces se añade el término *acoplados* para indicar que los subsistemas del Sistema Climático (por lo menos la atmósfera y los océanos) no están tratados de forma independiente, sino que también está modelizada su interacción. Como ya se ha indicado, este tipo de procesos se realizan en algunos centros de investigación puntera en el mundo, como lo es el Centro Hadley.

Si no se quiere, o no se puede, recurrir a los grandes ordenadores, también hay soluciones más modestas, pero no por eso menos útiles. Se puede acceder a una segunda vía de salida por medio de una nueva simplificación del Sistema Climático. Es decir, se trata de simplificar la complejidad del modelo, que ya era de por sí una simplificación de la realidad, de forma que pueda trabajarse con él en ordenadores de tipo personal o similares. Lo que se trata entonces de conseguir con los modelos sencillos es que sus simulaciones sean compatibles con aquellas que se realizan con los modelos globales.

Para hacerse una idea, en el máximo extremo de la sencillez, se podría considerar la Tierra como una pequeñísima esfera que recibiera energía del Sol y que mantuviera el equilibrio de esa energía con la energía que se refleja y la que la propia Tierra disipa hacia el espacio. En estas condiciones se determina una temperatura, llamada de equilibrio, que resulta ser aproximadamente  $-18$  o C y que es muy diferente de la temperatura media en la Tierra, unos  $15$  o C. Anteriormente se han apuntado esas mismas cifras al referirnos al efecto invernadero natural. O sea, la temperatura de equilibrio se obtiene simplificando al máximo el sistema (en concreto, prescindiendo de la atmósfera), con lo que esas condiciones se parecen más a las de la Luna que a las de la Tierra. La toma en consideración de la atmósfera permite asignar al efecto invernadero un aumento de temperatura de unos  $33$  o C, lo cual, si bien se piensa, es espectacular. Sirva como comparación, por ejemplo, que se cree que la oscilación de temperatura asociada a las eras geológicas fue del orden de  $10$  o C, una tercera parte de lo indicado para el calentamiento debido al efecto invernadero natural.

Con otros modelos sencillos, por supuesto no tanto como el anterior, es posible calcular la distribución de la temperatura de equilibrio para diferentes latitudes de la Tierra, considerar de forma elemental el papel de las nubes, determinar otros climas potenciales con todo el hielo fundido o con la Tierra totalmente cubierta de hielo, las transiciones entre ambos, etc. Una ventaja de los modelos sencillos sobre los más complejos es que resulta fácil realizar un gran número de experimentos diferentes, cambiando algunas de las condiciones de la simulación, ya que aquéllos necesitan mucho menos tiempo para resolver las ecuaciones. Esto daría lugar a todo un abanico de posibilidades diversas que podrían darse o no, dependiendo del grado de cumplimiento de las diferentes condiciones. Lo anterior permite introducir una primera idea de *escenario*: no debe resultar difícil admitir, aunque en principio se pueda tomar como algo puramente semántico, que estaríamos ante diferentes escenarios potenciales. Lo mismo sucedería con los modelos más complejos, pero se necesita

mucho más tiempo con los mejores ordenadores para realizar cada una de las simulaciones que conducirían a diferentes escenarios climáticos.

Se ha comentado más arriba que la composición química de la atmósfera es un factor interno que condiciona el clima de la Tierra y que es, además, cambiante, convirtiéndola en una causa de incertidumbre. Es evidente que cuando se realizan simulaciones de clima con modelos globales, durante el período de tiempo que se pretende simular (por ejemplo, varias décadas hacia el futuro), no se sabe cómo puede evolucionar la composición atmosférica como consecuencia de la actividad humana. Para afrontar esta dificultad, se han introducido los llamados *escenarios de emisiones*. En su informe especial sobre los mismos elaborado por el *Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)*, vinculado a las Naciones Unidas, puede leerse:

«Las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI) son el producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Su evolución futura es muy incierta. Los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Los escenarios son de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación. La posibilidad de que en la realidad las emisiones evolucionen tal como se describe en alguno de estos escenarios es muy remota».

No es este el lugar para hacer una valoración de los diferentes escenarios de emisiones planteados por el IPCC. Únicamente interesa tener presente lo que significa lo anterior porque ayuda a entender que los modelos climáticos no realizan en realidad predicciones de clima futuro sino simulaciones, con diferentes escenarios de emisiones, para obtener escenarios de clima futuro.

Podemos considerar un ejemplo. Todos los experimentos de simulación de clima incluyen lo que se llama una simulación de control: se trata de simular la evolución del clima dejando las cosas tal y como están a partir de un instante determinado (o, si se partiera de situaciones en el pasado, reproduciendo la evolución conocida de las emisiones) hasta el final de la simulación. Se obtendría así un escenario climático de referencia o, como es habitual denominarlo, de control (bajo determinadas condiciones podría ser entendido como una simulación del clima presente y podría entonces compararse con lo observado). Una vez realizada la simulación de control, se repite el proceso, pero utilizando ahora un escenario de emisiones, hasta el mismo final de la simulación que en el caso anterior. Se obtiene así un escenario de clima futuro asociado a un cierto escenario de emisiones. Las diferencias con respecto al escenario de control determinan un *escenario de cambio climático*. Es evidente que, con un mismo escenario de control, hay tantos escenarios de cambio climático como escenarios de emisiones se hayan utilizado. A veces se promedian resultados de diferentes modelos, o de diferentes escenarios, o se consideran los escenarios menos extremos. Por esta razón, las simulaciones no pueden considerarse propiamente como una predicción de clima futuro, aunque son fundamentales para tener una idea de las diferentes posibilidades, lo que resulta una ayuda única e insustituible en el proceso de

toma de decisiones.

Tras esta exposición, el lector quizá se pregunte: ¿cuál puede ser nuestro escenario de clima futuro? ¿Se detecta el cambio climático en nuestro clima presente? Las respuestas, como se puede suponer, no son fáciles. Las simulaciones globales llevadas a cabo con diferentes modelos, valiéndose de escenarios de emisiones no extremos, indican que la temperatura media anual en algunas zonas del planeta, hacia la mitad de este siglo, podría llegar a ser hasta 6 o C superior a la actual, con grandes variaciones geográficas. Con la precipitación se obtienen escenarios por lo general más lluviosos que los actuales, pero con zonas en que disminuiría la lluvia caída (en nuestras latitudes, por ejemplo). El problema de las simulaciones llevadas a cabo con modelos globales es que, aun con los mejores medios informáticos disponibles, la resolución espacial queda limitada. Dentro de retículos de unos 200 x 200 km<sup>2</sup> los modelos se ven incapaces de resolver la estructura de las variables, dando valores constantes en cada uno de ellos.

Para mejorar los resultados, lo que puede ser necesario para algunos usos de la información sobre escenarios de cambio climático, se pueden utilizar modelos aplicables a un área limitada de la Tierra, de mejor resolución que los globales (por ejemplo, 50 x 50 km<sup>2</sup>), partiendo de las simulaciones globales. Son los *Modelos Regionales de Clima*. A partir de ellos se puede estimar, por ejemplo, que la península ibérica, dividida en dos zonas con incrementos en la temperatura media anual de 2,5-3 o C y 3-3,5 o C, presentaría aumentos de temperatura de 2 o C a más de 4 o C, dependiendo de la zona y época de año, con máximos aumentos de temperatura en verano en zonas interiores de la Península. En cuanto a la precipitación, si bien el balance general para todo el año se traduciría en una disminución, el sector norte de la costa atlántica de la Península, así como algunas zonas del interior, podrían experimentar un aumento de las precipitaciones en invierno y en primavera.

Con respecto a la detección del cambio climático hay que decir que, desde mediados del siglo XIX, la temperatura media del planeta ha aumentado del orden de 0,5 o C, coincidiendo con un aumento de concentración de CO<sub>2</sub> de más del 25%. También se ha producido la fusión de parte del hielo continental y se ha modificado el régimen pluviométrico global. Todo ello es compatible con la intensificación del efecto invernadero por la actividad humana, pero hay científicos que opinan que también lo es con la variabilidad natural conocida del clima. Cuando se desciende a zonas concretas resulta muy difícil atribuir los cambios observados en las temperaturas y precipitación al cambio climático inducido por el hombre aunque, también hay que decirlo, mayoritariamente son compatibles con la hipótesis de la intensificación del efecto invernadero.

Hasta aquí hemos dado un somero repaso a la compleja ciencia del cambio climático. Su desarrollo a nivel mundial se ha debido al empeño de muchos científicos repartidos por todos los países, no sólo estudiando los procesos que están relacionados con el clima sino también promoviendo programas de investigación, como se recomendaba desde las asociaciones científicas de ámbito internacional. Con toda esta actividad se trataba, y se trata, tanto de mejorar el conocimiento del clima (presente o del pasado), como las simulaciones climáticas, y poder así preparar estrategias de respuesta a un clima, con total seguridad, diferente del presente. Cuando se da por establecido

científicamente algún conocimiento sobre el clima, el IPCC se encarga de publicarlo en sus informes de evaluación (véase al final su dirección de Internet, donde se puede consultar toda la actividad de dicho panel, que abarca también diversas áreas socioeconómicas).

Pero, más allá de los aspectos puramente científicos, también es interesante estudiar cuál ha sido la implicación de la Organización de las Naciones Unidas en el problema de los efectos del cambio climático. Desde hace más de veinticinco años, no había prácticamente reunión científica en que no se llamara la atención a la opinión pública sobre los efectos climáticos que podría producir la intensificación del efecto invernadero. La Organización Meteorológica Mundial -OMM- (Organismo de Naciones Unidas), que en un principio mantenía una postura tibia con respecto al problema, se implicó definitivamente y clamó también por la toma de medidas en varias Conferencias Mundiales sobre el Clima. Tras la Primera Conferencia (1979), con la colaboración del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA- y el Consejo Científico Internacional -ICSU- (al final se incluyen, asimismo, sus direcciones de Internet), estableció el Programa Mundial de Investigación del Clima e impulsó la creación, junto con el PNUMA, en 1988, del IPCC. Su primer informe se publicó en 1990, justo antes de la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima. Ese momento fue decisivo, pues ya existía un consenso científico sobre la intensificación del efecto invernadero y sobre la magnitud de sus efectos en el siglo XXI. Digamos que existía una gran sensibilidad hacia el problema, incluso a nivel político, de tal forma que no es de extrañar la gran expectación que despertó el mayor acontecimiento ambiental mundial, celebrado en Río de Janeiro en 1992, que se ha conocido con el nombre de Cumbre de la Tierra (en realidad, Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo). Allí aprobaron los representantes de los gobiernos varios documentos. Unos con compromisos políticos (Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la Agenda 21 y la Declaración de principios sobre Bosques) y otros con carácter jurídico vinculante para los países firmantes (Convenio sobre la Diversidad Biológica y Convenio Marco sobre el Cambio Climático). El mecanismo para adoptar compromisos requiere la celebración de las conferencias de las partes. En concreto, para el Convenio sobre el Cambio Climático, se han celebrado seis. Las más comentadas han sido la tercera (1997), que condujo al Protocolo de Kioto, y la última, la de La Haya, suspendida con un clamoroso fracaso, que posteriormente comentaré.

Así es como se ha dado el salto del problema científico del cambio climático al tratamiento político. No voy a hacer aquí un análisis detallado del contenido del convenio. Únicamente quiero que quede claro que, desde el punto de vista de las políticas gubernamentales, la ONU es quien aglutina las preocupaciones de muchos Estados miembros por dejar a las generaciones venideras un mundo habitable, lo que se debe conseguir teniendo un comportamiento más respetuoso con el medio. Por parte de algunos países, sobre todo por los que están en vías de desarrollo, se quiere compatibilizar las ansias de bienestar con el respeto ambiental. Evidentemente, eso no es fácil y pasa, necesariamente, por la ayuda de los países desarrollados a los menos desarrollados. Por ello deben resultar evidentes las implicaciones económicas que tienen todos los acuerdos que se tomen en relación con el cambio climático.

Con respecto al Protocolo de Kioto se debe indicar que afecta a seis gases con efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, HFCs, PFCs y hexafluoruro de



azufre) e implica a 160 partes de la conferencia. Sin embargo, para que el protocolo entre en vigor debe ser ratificado por no menos de 55 partes, siempre que sean responsables, al menos, del 55% de las emisiones del mundo industrializado. En el protocolo se indica que, en el período que va desde 2008 hasta 2012, los países desarrollados deberían reducir las emisiones de esos gases en un 5,2%, tomando como referencia los niveles de emisiones existentes en 1990. Las cifras acordadas son diferentes para cada país, o grupo de países, llegándose incluso a permitir un cierto aumento de emisiones, como en el caso de Australia, Islandia o Noruega. Estados Unidos se comprometería a una reducción del 7% y la Unión Europea, en conjunto, a reducir el 8%. La postura adoptada por Estados Unidos en Kioto (¡y desde entonces!) y la reducción finalmente comprometida fueron fuertemente criticadas, al no guardar relación con su elevada contribución relativa a las emisiones globales. Por lo que respecta a los países de la Unión Europea, se ha procedido a negociar una redistribución individualizada de la reducción porcentual acordada del 8%, que se ha venido en llamar «burbuja comunitaria». A España se le permitirá en la burbuja un incremento de las emisiones de GEI del 15%, habida cuenta del nivel relativamente bajo de sus emisiones en relación con otros Estados comunitarios. Como contrapartida, éstos deberán reducir sus emisiones mucho más del 8% para compensar las emisiones de España, y también de Portugal y Grecia.

Hay que tener en cuenta, en relación con las reducciones acordadas en Kioto, que se trata de reducciones netas, expresadas en equivalente a dióxido de carbono. Esto quiere decir, y así se reconoce en el protocolo, que se deben descontar del equivalente en dióxido de carbono de las emisiones las cantidades de carbono fijadas por los bosques y el suelo. Ya se ha comentado anteriormente que existe en estos procesos un déficit de conocimiento, lo que impide realizar cálculos precisos sobre su efecto de sumidero, un término definido por el convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como «cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera».

Pues bien, aunque parezca paradójico, el propio Protocolo de Kioto y su negociación contienen el germen del fracaso de la Conferencia de La Haya, celebrada del 13 al 25 de noviembre del pasado año. En Kioto se acordó, como ha quedado dicho, que para salvaguardar el planeta de los efectos del cambio climático había que reducir las cantidades netas de GEI añadidas a la atmósfera. Pero eso no significaba exactamente reducir las emisiones (mejorando, por ejemplo, la eficiencia energética, empleando energías renovables, actuando sobre la industria y el transporte, etc.), porque hay que tener en cuenta el papel de los sumideros, aunque no se sepa cuantificarlo, hoy por hoy, con exactitud. Los especialistas lo han hecho saber repetidamente, pero da igual: la ciencia del clima y del cambio climático no es finalmente lo más importante en este tipo de conferencias. En concreto, Estados Unidos, esencialmente, presionaba para que fueran incluidos los sumideros y poderlos restar a sus emisiones; y lo consiguió en el proceso negociador de Kioto. De esta forma, ellos podrían no necesitar hacer esfuerzos internos para reducir las emisiones de GEI y podrían emplear el ahorro obtenido en generar tecnología transferible a otros países.

Por otra parte, si un país desarrollado no cumpliera sus compromisos recogidos en el protocolo, éste le permite aplicar «mecanismos» compensadores del exceso de

emisiones. Entre ellos, debo comentar el mercado de emisiones y el mecanismo de desarrollo limpio. El primero supone comprar a otro país, a precio de mercado, el derecho a emitir más, cuando el vendedor ha emitido por debajo de lo comprometido. El segundo mecanismo implica, en el fondo, transferencia de tecnología limpia a los países en vías de desarrollo. Y si, con todo, un país no cumpliera, ¿qué pasaría?

En Kioto quedó sin cerrar el desarrollo normativo de todo este gran banco del cambio climático. Ese desarrollo normativo, y así se decidió en la Conferencia de Buenos Aires (1998), debía culminar en la Conferencia de La Haya, como paso previo a la ratificación del protocolo. Algunos, entre ellos Estados Unidos, no querían ni oír hablar de ratificar sin que se les permitiera descontar sus sumideros, y otros, los países en vías de desarrollo, querían poner precio a la ratificación. En la conferencia intermedia (Bonn, 1999) aumentó la expectativa al introducir el canciller Schröder el horizonte de 2002 para la ratificación del protocolo, décimo aniversario de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro.

Para la Unión Europea, y otros países europeos, en La Haya lo prioritario era salvaguardar la, ya pobre, «integridad ambiental» del protocolo, basada en el triángulo sumideros-uso restringido de los mecanismos-cumplimiento. Para Estados Unidos, y los aliados del llamado «grupo paraguas», el interés radicaba en transferir tecnología (como ya han empezado a hacer), minimizar los esfuerzos domésticos, adquirir las emisiones que haga falta (ya lo están planteando) y si, pese a todo, no se cumple, nada de sanciones económicas. Con estas posiciones, ¿había posibilidad de éxito?

Un día antes de la clausura de la conferencia, en la noche del jueves 23 de noviembre, el presidente de la conferencia propuso un documento de consenso en el que no se limitaba el uso de los mecanismos, no se proponían sanciones por incumplimiento, aunque sí se acotaba, mediante una fórmula compleja, el uso de los sumideros. La Unión Europea inicialmente se planteó el rechazo frontal, pero finalmente aceptó negociar. La última propuesta de Estados Unidos, ya el sábado 25 de madrugada, fue sustituir la complejidad de la fórmula de los sumideros por unos valores fijos que, en el fondo, permitían eliminar su esfuerzo doméstico. Algunos países europeos estuvieron a punto de sucumbir. Los más, entre ellos España, no aceptaron y las reglas del juego en las conferencias de las partes, que buscan el consenso, hicieron el resto. Mientras tanto, los países en vías de desarrollo, los más vulnerables al cambio climático, con promesas económicas, vieron transcurrir las negociaciones desde la barrera y cómo fracasaba la sexta conferencia de las partes, que se dejó sin clausurar pero con la expectativa de hacerlo en el primer semestre de 2001 aunque recientemente hemos tenido un golpe de efecto. El presidente Bush ha anunciado que su país no ratificará el protocolo de Kioto pues no es adecuado para sus intereses. Económicos, claro. Habiéndose planteado todo el proceso político como un negocio, los Estados Unidos no ven el suyo.

Y lo peor es que el mínimo carácter ambiental del protocolo puede haber quedado definitivamente sentenciado. Como se necesita para la ratificación que lo hagan países que contribuyan, al menos, en el 55% de las emisiones mundiales, el no contar con el 24% norteamericano pone las cosas pero que muy difíciles.

## **DIRECCIONES DE INTERNET**

Centro Hadley <http://www.metoffice.gov.uk/research/hadleycentre/index.html>

Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático <http://www.unfccc.de>

ICSU <http://www.icsu.org>

IPCC <http://www.ipcc.ch>

PNUMA <http://www.unep.org>

OMM <http://www.wmo.ch>