

PROTOCOLO DE KIOTO

A. ROMERO

La contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero es un problema global, por lo que su solución requiere de medidas globales. Aunque las consecuencias del cambio climático parecen inciertas y los efectos previsibles no son excesivamente graves, existen suficientes razones científicas para que todos los países realicen los esfuerzos necesarios que cumplir los objetivos de reducción de los seis gases de efecto invernadero en el periodo 2008-2012 que establece el Protocolo de Kioto. Por ello, parece imprescindible conocer la naturaleza de las transformaciones que se están produciendo en los distintos sistemas, cuales son las tendencias de cambio que presentan y cuales son los costes que ocasionan.

Con independencia de su eficacia y realismo, el Protocolo de Kioto, es el primer paso normativo de la globalización en el campo medioambiental.

Atmospheric contamination by greenhouse gases is a global problem, and thus its solution requires global measures. Although the consequences of climate change are questioned and the foreseeable effects are not excessively serious, there are plenty of scientific reasons for all countries to make the necessary efforts to meet the objectives established by the Kyoto Protocol of reducing the six greenhouse gases over the period 2008-2012. Therefore, it seems essential that we understand the nature of the transformations that are occurring in the different systems, what changes they are causing and what costs they incur.

Independently of its effectiveness and realism, the Kyoto Protocol is the first regulatory step in the direction of globalization in the environmental field.

La biosfera está formada por una delgada capa de nuestro planeta- su espesor no excede de los dieciséis kilómetros- de aire, suelo y agua, donde existe vida. Es aquí donde los diferentes ciclos deben operar de modo que no se modifique el frágil equilibrio dinámico que requiere la materia viva. Son los rayos solares los que mantienen la biosfera a temperatura controlada y habitable, los que promueven el ciclo del agua o los que ocasionan la diferencia de temperaturas entre zonas terrestres produciendo la ventilación de la atmósfera.

Los cambios climáticos, lo mismo que otros cambios ambientales, forman parte del funcionamiento de los sistemas naturales de modo que la flora, la fauna y los procesos morfológicos han ido cambiando y adaptán-

dose a estas modificaciones. Sin embargo, los cambios actuales tienen demasiadas diferencias con los pasados para que la especie humana confíe al destino su capacidad de adaptarse en el futuro. Por un lado, la dimensión que ha alcanzado la población y el modelo de sociedad implantado indican que la adaptación será traumática, si no se introducen nuevos mecanismos capaces de ayudar a los tradicionales. Por otro, el cambio actual parece tener gran relación con las actividades humanas lo que hace posible tomar medidas destinadas a controlarlo.

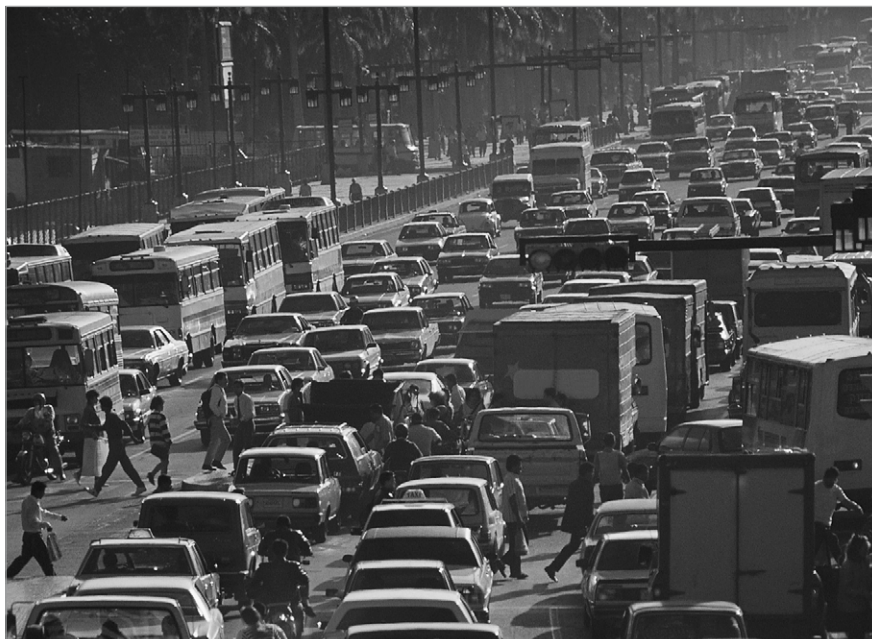
La contención y posible reducción del actual déficit ambiental, producido por una parte de la población, requiere el esfuerzo conjunto de los diferentes países, instituciones y sectores sociales para lograr un nuevo modelo de desarrollo que integre objetivos sociales, económicos y ambientales. Este nuevo modelo debe basarse en objetivos planteados con el fin de lograr la integración, en el empleo de indicadores capaces de representar la situación ambiental y en la realización de medidas sistemáticas para conocer los logros alcanzados.

A la emisión de gases de efecto invernadero, asociada a la industrialización y al crecimiento económico, se le considera responsable del calentamiento del planeta. De continuar este proceso, se prevé un cambio climático que provocará efectos negativos sobre la vida actual y futura. Cerca del 60 % del forzamiento radiativo, intensificación del efecto invernadero natural, se debe al dióxido de carbono. El resto se distribuye entre el metano, 15 %, N₂O, 5 % y el 20 % restante se debe a partículas, y gases como ozono, HFCs, PFCs, etc.

Aunque las consecuencias del cambio climático parecen inciertas y los efectos previsibles no son excesivamente graves, existen suficientes razones científicas para que todos los países realicen los esfuerzos necesarios que cumplir los objetivos de reducción de los seis gases de efecto invernadero en el periodo 2008-2012 que establece el Protocolo de Kioto. Por ello, parece imprescindible conocer la naturaleza de las transformaciones que se están produciendo en los distintos sistemas, cuales son las tendencias de cambio que presentan y cuales son los costes que ocasionan.

A pesar de los esfuerzos realizados se conoce todavía demasiado poco sobre los cambios globales, tanto por las dificultades que plantea la comprensión de los fenómenos naturales como por la escasez de datos experimentales de calidad. Esta situación justifica las fuertes controversias científicas sobre cuáles son los hechos y cuáles las especulaciones o sobre qué relaciones entre actividades humanas y procesos de deterioro observados son ciertas, entre las diferentes propuestas formuladas.

En muchos casos se puede conocer y estimar la magnitud del daño que se produce por la incorporación de sustancias contaminantes, especialmente cuando es posible evaluar el coste de restauración para volver a la situación anterior a la emisión. Sin embargo, este conocimiento se difumina cuando se analizan sistemas en los que se introducen cambios muy pequeños, sus elementos evolucionan a diferentes velocidades, existen relaciones complejas entre ellos, etc. Todos estos componentes que dificultan el estudio que se presentan en los sistemas naturales alterados por causas antropogénicas



Es cierto que los procesos y las causas que originan los cambios naturales y los que rigen la evolución actual del sistema climático son similares, pero existe una diferencia muy importante entre los dos casos debido a que la velocidad a la que se producen las alteraciones de la concentración de los gases de efecto invernadero y la velocidad a la que cambia el clima son muy diferentes. La Tierra necesita unos cien años para adaptarse a la alteración de sus emisiones y estabilizar de nuevo la concentración atmosférica. Este comportamiento implica que manteniendo el nivel actual de emisiones de CO₂, su concentración en la atmósfera seguiría aumentando durante un siglo y la inercia del sistema climático haría que, una vez estabilizada la concentración, la temperatura media de la superficie y el nivel del mar seguirían aumentando durante varios siglos.

Para evitar los problemas asociados al cambio climático se necesita establecer un compromiso global que dé lugar a la aplicación de políticas y medidas capaces de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. El Protocolo de Kioto fija objetivos de emisión de CO₂ y de otros cinco gases de efecto invernadero (CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) para los países que lo han suscrito, con el fin de evitar que su concentración en la atmósfera supere valores aceptables. La materialización del acuerdo depende de la capacidad de modificar la tradicional relación: calidad de vida/consumo energético/emisión de contaminantes.

En las sociedades industriales, tanto la movilidad y bienestar de las perso-

nas como la producción de la mayor parte de la riqueza industrial y comercial, dependen de la disponibilidad de energía. Las actividades destinadas a su obtención y consumo son las principales responsables de la emisión antropogénica a la atmósfera, entre otros gases de efecto invernadero, de dióxido de carbono, debido a que, en la satisfacción de las necesidades energéticas, se emplean grandes cantidades de combustibles fósiles.

La reducción de emisiones de CO₂, para evitar que aumente su concentración en la atmósfera, puede lograrse disminuyendo la cantidad de energía utilizada, aumentando la eficiencia

energética, empleando combustibles menos contaminantes y aplicando las tecnologías de energías renovables.

El ahorro de energía es un objetivo que permite disminuir la presión que se ejerce sobre el medio y a la vez, aumentar la competitividad y reducir la dependencia de las importaciones de energía. No es una tarea fácil conseguir que el consumo energético por unidad de producto interior bruto disminuya el 1% anual en los países desarrollados. El aumento de la eficiencia de la transformación de la energía primaria en energía consumible depende de los avances que se realicen en los procesos de transformación, pero este aumento puede quedar contrarrestado por el descenso que ocasiona el crecimiento de la fracción destinada a su uso en forma de combustibles secundarios, electricidad o productos derivados del petróleo. La cogeneración es una tecnología que permite disminuir la pérdida energética en los procesos tradicionales.

Pueden utilizarse diferentes fuentes energéticas para satisfacer el consumo de energía primaria y para generar energía eléctrica. Todos los combustibles fósiles convencionales liberan CO₂ pero sus factores de emisión aumentan con el contenido en carbono, gas natural, petróleo y carbón. Debido a su naturaleza, ni el combustible nuclear ni las energías renovables -hidráulica, eólica, biomasa, biocarburantes, solar fotovoltaica, solar térmica, residuos sólidos urbanos y geotérmica- originan emisiones netas de dióxido de carbono. La integración de la dimensión medioambiental en la política



energética depende de la producción y uso de energías renovables y de combustibles fósiles de bajo o nulo contenido en carbono para producir energía.

El empleo de fuentes de energía renovables depende de factores tecnológicos y de medidas de apoyo, financieras, fiscales y administrativas, que permitan superar la baja competitividad económica de algunas de estas fuentes. Su contribución al creciente consumo del sector transporte depende en gran medida del uso de biocombustibles. Su implantación, para que constituyan una alternativa a los productos derivados del petróleo, depende de la capacidad para superar las actuales dificultades económicas y sociales y también, las preocupaciones ambientales que despiertan, como las derivadas de las emisiones de óxidos de nitrógeno y de partículas.

A medida que las tecnologías de producción de energía renovable vayan desplazando a las tecnologías que utilizan combustibles fósiles, se producirá un descenso de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Sin embargo, el principal beneficio deriva de su condición de ser fuentes energéticas virtualmente inagotables. Tanto los recursos eólicos como los solares se regeneran continuamente mientras que la biomasa permite un suministro continuo si se llevan a cabo programas agrícolas apropiados.

La Unión Europea de los 15 debe reducir un 8% las emisiones de gases de efecto invernadero realizadas en 1990, en 2010 los gases CO₂, CH₄ y N₂O y en 1995 los restantes, HFCs, PFCs y SF₆. Otros objetivos de emisión para naciones industrializadas son 6% para Japón y Canadá y 7% para Estados Unidos. Desgraciadamente, no todas las partes han ratificado el acuerdo.

El liderazgo de Protocolo de Kioto corresponde a la UE que ha establecido una serie de mecanismos para cumplir su compromiso. Ha conseguido que las emisiones de dióxido de carbono en 2000 no superaran las que había realizado en 1990, aunque el consumo de energía siguió creciendo en este periodo. Las emisiones de gases de efecto invernadero han disminuido en los sectores manufactureros y de suministro de energía pero han aumentado en el sector del transporte. La mayoría de los Estados miembros no han logrado la reducción de gases de efecto invernadero que establece la cuota de la UE en el marco del Protocolo de Kioto, por lo que deben realizar un esfuerzo adicional que compense el retraso en el cumplimiento de su compromiso.



Los distintos países deben planificar la asignación de derechos de emisión en los distintos sectores, empresas e instalaciones. De este modo, se pueden establecer las carteras de carbono formadas por las emisiones propias, los derechos de emisión adquiridos, los créditos contratados etc. El saldo neto de cada una de estas carteras debe establecerse considerando las emisiones futuras, la asignación gratuita, las previsiones sobre implantación de nuevas tecnologías, los proyectos propios del mecanismo de desarrollo limpio, las adquisiciones de créditos de Kioto y las operaciones de compraventa en el mercado.

Aunque los combustibles fósiles siguen dominando el consumo energético, la sustitución del carbón y del lignito por el gas natural ha permitido disminuir el impacto ambiental de la energía. Así, las emisiones de CO₂ resultantes de la obtención de energía eléctrica disminuyeron un 8% entre 1990 y 1999 a pesar de que la producción aumentó un 18%. La contribución de las energías renovables al consumo energético total ha experimentado un

ligero aumento por lo que en la siguiente década debe experimentar un crecimiento significativo para lograr que su contribución suponga el 12 % del consumo total y el 22 % del consumo de energía eléctrica en 2010.

En la UE-15, con una población de 380 millones, se emiten casi 8 toneladas de CO₂ térmico por habitante al año. Emisiones de 15 toneladas corresponden a los 630 millones de habitantes del conjunto de países, Australia, Estados Unidos, Japón, Noruega, Rusia y Suiza. Los 2.500 millones de Brasil, China e India sólo emiten 1,7 toneladas. Ante las previsiones de crecimiento económico de unos países y las reticencias a ratificar el Protocolo de otros, la contribución cuantitativa a la reducción de emisiones, por parte de la UE, parece poco importante. Sin embargo, su decisión de limitar sus emisiones indica la importancia que debe concederse a la perspectiva ambiental y al desarrollo sostenible en las actividades humanas.

Al buscar soluciones a un problema ambiental global -causado en buena medida por un vector, energía, imprescindible para las sociedades que más han contribuido a su creación- aparece la necesidad de introducir profundos cambios sociales y tecnológicos que pueden afectar a los tradicionales modelos de desarrollo. Primero, es necesario que los diferentes países y sus instituciones sociales se impliquen en la tarea de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Después, se debe diseñar un camino adecuado para alcanzar el objetivo propuesto, seleccionar la velocidad a la que debe recorrerse el camino y aportar los medios que permitan llegar a la meta establecida.



Arturo ROMERO SALVADOR.
*Catedrático de Ingeniería Química.
Universidad Complutense de Madrid y Miembro de la Real Academia de Ciencias*