

Cambio climático: evidencia científica y respuestas al problema

Miguel Buñuel González

Universidad Autónoma de Madrid

Evidencia científica

Fundamentalmente, el clima está determinado por las radiaciones solares. Debido a la diferencia de temperatura entre el sol (6.000°K) y la superficie terrestre (288°K), las radiaciones emitidas o reflejadas por ambos cuerpos son de longitud de onda diferente; las primeras son de onda corta y las segundas son de onda larga. Los gases termoactivos, comúnmente conocidos como gases de efecto invernadero (GEIs), son básicamente transparentes a las radiaciones de onda corta y opacos a las de onda larga, por lo que dejan pasar la mayor parte de las radiaciones solares y absorben, junto a las partículas en suspensión, parte de las radiaciones generadas por la reflexión de las solares sobre la superficie terrestre. De esta forma, las partículas en suspensión y los GEIs acumulados en la atmósfera provocan un calentamiento en las capas bajas de ésta, análogo al producido por el tejado de vidrio de un invernadero. Este efecto invernadero natural es fundamental para mantener la temperatura en la superficie terrestre que ha hecho posible la existencia de vida en la Tierra tal como la conocemos.

Por tanto, resulta inapropiado llamar al problema del cambio climático el problema del efecto invernadero; el problema es el del efecto invernadero *realzado por el hombre*. En efecto, el factor causante de las grandes alteraciones del clima predichas por las simulaciones de los modelos climáticos es el aumento de la concentración atmosférica de GEIs provocado por el ser humano de forma ininterrumpida desde la Revolución Industrial, debido fundamentalmente a la quema masiva de combustibles fósiles¹. Por otra parte, estas alteraciones han empezado a producirse ya, como evidencian los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar². Aunque no se ha podido demostrar que estos cambios puedan atribuirse exclusivamente a las actividades humanas, no cabe duda que sólo pueden explicarse como consecuencia de las emisiones antropogénicas de GEIs. Por ello, políticos y científicos, reunidos bajo la dirección del Grupo de Expertos Intergubernamental sobre Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC), han reconocido que existe una influencia humana perceptible en el cambio climático mundial.

En el pasado, las alteraciones en la concentración atmosférica de los GEIs (principalmente dióxido de carbono y metano) han estado asociadas a profundos cambios climáticos. La diferencia fundamental entre estos cambios naturales y la evolución actual del sistema climático reside en la velocidad a la que se producen las alteraciones, tanto en la concentración atmosférica de los GEIs como en el clima. Las proyecciones más recientes del IPCC (Cuarto Informe de Evaluación, 2007³) indican que las temperaturas globales medias y el nivel del mar pueden aumentar, respectivamente, entre 1,8 y 6,4°C y entre 18 y 59 centímetros en 2100. También se proyecta que se produzcan notables cambios en las precipitaciones, resultando en aún mayor aridez en las zonas áridas y semiáridas, y que aumente la frecuencia e intensidad de fenómenos como el conocido como *El Niño*, episodios de altas temperaturas extremas, inundaciones, sequías, incendios y aparición de plagas, entre otros. Las consecuencias de todos estos efectos pueden ser funestas para el ser humano: disminución del agua disponible en zonas áridas y semiáridas; pérdida de vidas y daños materiales causados por inundaciones, incendios, etc.; disminución de la productividad agrícola en muchas regiones; reducción de la biodiversidad y alteración permanente de muchos ecosistemas; impactos adversos sobre la salud humana; efectos de la subida del nivel del mar sobre el asentamiento de poblaciones, las infraestructuras, el turismo, la agricultura, etc.

Acuerdos internacionales

La seriedad de las consecuencias mencionadas en el epígrafe anterior llevó a la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) en 1992, que se limita a reconocer la existencia del problema, estableciendo mínimas obligaciones para las Partes. En 1997 se fijaron compromisos concretos de reducción de las emisiones de GEIs para los países desarrollados en el Protocolo de Kioto, adoptado en la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes, órgano supremo de la CMCC⁴.

La principal característica del Protocolo es que establece para los países desarrollados la limitación y reducción cuantificada de sus emisiones de seis GEIs: dióxido de carbono (CO₂), metano, óxido nitroso, carburos perfluorados, carbu-

1 Las fuentes estadísticas de la referencia [1] son las principales en estas materias.

2 *Ibidem*.

3 http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml.

4 Los datos derivados de la aplicación de estos acuerdos, tales como los inventarios nacionales de emisiones de cada país, se contienen en la referencia [2].

ros hidrofluorados y hexafluoruro de azufre. La UE asumió un compromiso global de reducción del 8%, que repartió entre sus Estados miembros. Como resultado, a España se le permitió aumentar sus emisiones hasta un 15%. Los objetivos acordados lo fueron para el primer periodo de compromiso, comprendido entre 2008 y 2012. Recientemente, se ha acordado prorrogar la vigencia del Protocolo hasta 2017 o 2020, aunque con menos participantes, a la espera de alcanzar un nuevo acuerdo internacional al que se sumen todos los países. No obstante, la UE ya ha adoptado su compromiso unilateral de reducir sus emisiones en un 20% en 2020⁵.

“ Aunque no se ha podido demostrar que estos cambios puedan atribuirse exclusivamente a las actividades humanas, no cabe duda que sólo pueden explicarse como consecuencia de las emisiones antropogénicas de GEIs ”

Otra característica fundamental del Protocolo es que se prevé la posibilidad de que los países con compromisos cuantitativos de reducción usen dos vías alternativas a la reducción de emisiones propias para cumplir con dichos compromisos. La primera de esas vías consiste en el uso de los llamados sumideros (cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un GEI o un precursor de un GEI en la atmósfera). La segunda vía alternativa es la formada por los llamados *mecanismos de flexibilidad*, que persiguen disminuir el coste para los países desarrollados de cumplir con sus obligaciones y contribuir al desarrollo sostenible mediante la promoción de proyectos encaminados a reducir la emisión de GEIs. En particular, el Protocolo prevé tres mecanismos:

1. El *comercio de los derechos de emisión*: posibilita que un país que emite menos de lo que le está permitido venda la parte de su cuota de emisión no usada a un segundo país, de forma que éste pueda emitir la suma de su cuota original más la comprada al primero.

2. La *aplicación conjunta (joint implementation)*: permite a las Partes del Anexo I del Protocolo de Kioto (los países desarrollados, incluyendo los países con economías en transición) recibir créditos por reducciones de emisiones conseguidas cooperativamente (a través de proyectos) en otros países del Anexo I⁶.
3. El mecanismo para un desarrollo limpio (*clean development mechanism*): también permite a las Partes del Anexo I recibir créditos por reducciones de emisiones conseguidas cooperativamente, pero esta vez en países en desarrollo⁷.

Análisis económico y políticas públicas

El análisis económico del problema sugiere la conveniencia de una actuación más decisiva que la que se deriva de la respuesta internacional que hoy observamos. Una fuente de información básica en este ámbito es el *Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático* [5]. La principal conclusión del Informe Stern es que los beneficios de actuar temprana y fuertemente contra el cambio climático superan considerablemente los costes de dicha actuación. El Informe concluía originalmente que se requerían inversiones anuales del 1% del PIB mundial para evitar los peores efectos del cambio climático, y que no llevarlas a cabo podía suponer que el PIB mundial fuera hasta un 20% inferior que si se acometieran dichas inversiones. En 2008, Stern aumentó su estimación de las inversiones necesarias al 2% del PIB, dado que las nuevas predicciones anticipaban un cambio climático más rápido.

Cálculos como los del Informe Stern parten a su vez de las estimaciones de las emisiones de GEIs en distintos escenarios. La principal fuente sobre estos escenarios es la Agencia Internacional de la Energía (AIE) [6-8]. En *Energy Technology Perspectives* [6], las mejores estimaciones de la AIE en el escenario sin adopción de medidas adicionales (escenario “business-as-usual”) prevén un aumento del 70% en la demanda de petróleo en 2050, resultando en un aumento del 130% en las emisiones de CO₂. Estas son las emisiones que en las predicciones del IPCC conducen a aumentos de las temperaturas globales sobre los 6°C, teniendo como consecuencia cambios significativos en todos los aspectos de la vida humana y cambios irreversibles en el medio natural.

Por tanto, necesitamos un cambio radical en la forma en la que producimos y usamos energía, que resulte en un modelo energético sostenible. Los escenarios contemplados tanto por el IPCC como por la AIE encuentran cuatro opciones principales de mitigación del cambio climático: la eficiencia energética, que es la más importante a corto plazo, pues existen múltiples oportunidades de aumentarla con

6 La principal fuente de datos sobre este mecanismo es <http://ji.unfccc.int/index.html>.

7 La principal fuente de datos sobre este mecanismo es <http://unfccc.int/2860.php>.

5 Los datos sobre emisiones, compromisos y políticas de la UE se contienen en las referencias [3] y [4].

coste negativo; las energías renovables, que en la mayoría de escenarios constituyen la principal fuente de reducción de emisiones; las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono, que permitirían seguir utilizando combustibles fósiles sin emitir CO₂, pero sobre las que todavía existen múltiples incertidumbres sobre su viabilidad y costes; y la energía nuclear, con sus propios y evidentes problemas, que ponen en duda el aumento futuro de su papel.

La transición a un modelo energético sostenible requiere que las políticas públicas creen una notable certeza a largo plazo sobre la demanda futura de tecnologías bajas en carbono, lo que permitiría su desarrollo a tiempo para lograr escenarios compatibles con un aumento de temperaturas no superior a 2°C, que es el objetivo asumido internacionalmente para evitar los peores efectos del cambio climático. Para que dichas políticas sean eficientes, es decir, para que la reducción de las emisiones de GEIs se produzca al mínimo coste, el análisis económico demuestra que deben basarse prioritariamente en instrumentos económicos (fundamentalmente, impuestos sobre emisiones y permisos de emisión negociables). La ventaja fundamental de los instrumentos económicos es que permiten minimizar los costes totales de disminuir las emisiones, al hacer que se igualen los costes marginales de reducir dichas emisiones entre las distintas fuentes de emisión. Además de esta virtud de eficiencia estática, los instrumentos económicos son también eficientes de manera dinámica; los impuestos sobre las emisiones y los permisos de emisión negociables proporcionan los mayores incentivos para el desarrollo de tecnologías que permitan reducir las emisiones de GEIs a un menor coste.

La necesidad de minimizar los costes de disminuir las emisiones de GEIs se manifiesta en el propio Protocolo de Kioto, que prevé el uso de los *mecanismos de flexibilidad*. También para satisfacer esa necesidad, la UE estableció el Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión⁸, al que desde 2005 están sometidos los grandes emisores de CO₂. Los precios de este mercado deberían proporcionar la señal inequívoca a los agentes económicos que conduzca a la necesaria inversión en tecnologías reductoras de las emisiones, pero su nivel actual es demasiado bajo para garantizar un despliegue masivo de las tecnologías mencionadas anteriormente⁹.

Aunque la UE ha optado por los permisos de emisión como principal instrumento económico en materia de cambio climático, sus propuestas impositivas para reducir las emisiones de GEIs tienen décadas y muchos países europeos han introducido impuestos medioambientales con este fin¹⁰. Una ventaja del uso de instrumentos fiscales es que pueden ser la base para una *reforma fiscal ecológica*, que podría proporcionar benefi-

“ Necesitamos un cambio radical en la forma en la que producimos y usamos energía, que resulte en un modelo energético sostenible ”

cios económicos más allá de los ligados al medio ambiente. Se trata de usar los ingresos proporcionados por los tributos medioambientales para reducir otros tributos ya existentes que generen grandes distorsiones en la economía y, por ello, pérdidas de bienestar, como los que gravan el trabajo, los beneficios o el ahorro, así como las contribuciones a la seguridad social. El uso de los permisos de emisión para los sectores con unidades emisoras grandes y localizadas y los impuestos para los sectores “difusos” (residencial, agrícola, transporte), cuyas emisiones son más difíciles de controlar, resulta una combinación adecuada de instrumentos económicos que permitiría reducir los costes de la radical reducción de emisiones de GEIs que debemos acometer a lo largo de este siglo.

Para saber más...

- [1] IPCC, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data.shtml, <http://www.ipcc-data.org/>
- [2] CMCC, <http://unfccc.int/2860.php>
- [3] Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Climate_change_statistics
- [4] Agencia Medioambiental Europea (AME), <http://www.eea.europa.eu/themes/climate>
- [5] Nicholas Stern, *Informe sobre la Economía del Cambio Climático*, http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm
- [6] AIE, *Energy Technology Perspectives*, <http://www.iea.org/techno/etp/index.asp>
- [7] AIE, <http://www.iea.org/stats/index.asp>
- [8] AIE, <http://www.iea.org/publications/index.asp>
- [9] AME, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/emissions-trading-viewer>
- [10] Sendeco2, <http://www.sendeco2.com/>
- [11] OCDE, <http://www2.oecd.org/ecoinst/queries/>

⁸ Ver <http://www.marm.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/documentacion-y-normativa/default.aspx> y http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l28012_es.htm.

⁹ Entre las múltiples fuentes de datos sobre las transacciones en el régimen europeo y sus precios pueden consultarse [9] y [10].

¹⁰ La referencia [11] proporciona una completa base de datos sobre tributos medioambientales frente al cambio climático.