

CAMBIO CLIMÁTICO: EL PESO DE LA EVIDENCIA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA SOCIEDAD

*Andrés Flores Montalvo
y Adrián Fernández Bremauntz**

El Instituto Nacional de Ecología (INE) reconoce la relevancia del tema del cambio climático, que se ha convertido en uno de los mayores retos ambientales a escala global y ha adquirido cada vez mayor importancia tanto para la sociedad como para los tomadores de decisiones. Tal reconocimiento se ha traducido en arreglos institucionales, en una mayor asignación de recursos para investigar el tema y en un activismo más visible del Instituto para que se aborde el cambio climático global de forma integrada y al más alto nivel, y para asegurar que la sociedad y los tomadores de decisiones estén bien informados al respecto (Martínez y Fernández 2003)

No es gratuito que el tema del cambio climático se haya ubicado en un sitio prioritario en la agenda ambiental global y nacional, especialmente en los años recientes. Si bien el grueso de la evidencia científica ya daba signos de alerta desde principios de los años ochenta, el conocimiento sobre el tema se limitaba a la esfera académica, y en menor grado a la gubernamental y a la de las organizaciones ambientalistas. En ese tiempo eran pocos los que conocían las escasas investigaciones sobre el tema y no había todavía evidencia que pudiera considerarse

* Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

concluyente. Sin embargo, en los últimos años el tema salió, literalmente, a las calles para convertirse en uno de los tópicos ambientales que más se discuten en los medios de comunicación masivos, y sobre el que el público más conoce. Esto es explicable dada la abundante y cada vez menos rebatible evidencia científica sobre el cambio climático, sus causas y sus posibles efectos adversos devastadores, pero en buena medida también por la percepción pública, que frecuentemente asocia eventos ambientales extremos con el cambio climático de causas antropogénicas aún cuando esta liga sea en ocasiones difícil de comprobar.

En cierta medida, y aunque el grado de incertidumbre en la ciencia del cambio climático es relativamente alto, los hallazgos científicos han sido de mucha influencia para emprender acciones de mitigación del cambio climático o adaptarse a él, tanto a escala internacional como a nivel nacional (PNUMA-UNFCCC 2004). Sin embargo, en la percepción pública sobre el tema parece influir mucho lo que podemos llamar la evidencia empírica, en algunos casos correcta, pero en muchos otros difícil de probar. En todo caso, ambas han ayudado en este proceso de conocimiento del tema y de desarrollo de acciones para atacarlo que mencionamos brevemente líneas arriba.

LA EVIDENCIA CIENTÍFICA

En la atmósfera terrestre existe un fenómeno natural conocido como efecto invernadero gracias al cual la temperatura promedio en la superficie de la Tierra es de 15 °C y no de -18 °C, como se esperaría que ocurriera dada la distancia entre nuestro planeta y el Sol (Martínez y Fernández 2003, 2004). Este efecto es causado por gases presentes en la atmósfera, llamados *de efecto invernadero*, que impiden que la radiación solar que entra en ella sea reflejada en la misma medida por la superficie del planeta. Como consecuencia, una parte de la energía recibida desde el espacio queda atrapada en la atmósfera, provocándose un incremento en la temperatura.

Al alterarse la composición de la atmósfera debido sobre todo a las emisiones de gases de efecto invernadero producto de diversas actividades humanas y a la afectación de la capacidad de captura de estos gases en la cubierta vegetal, se ha incrementado el efecto invernadero del planeta y se ha producido un calentamiento global, así como una alteración significativa en algunas otras variables climáticas.

Entre los gases de efecto invernadero, uno de los más abundantes en el planeta (segundo sólo después del vapor de agua) es el bióxido de carbono (CO_2), producido en buena medida durante la combustión de energéticos y de la tala, quema y degradación de los bosques. Aunque el CO_2 es en parte natural y en parte antropogénico, las concentraciones de este gas en la atmósfera terrestre se han incrementado por efecto de las actividades humanas en más de 35% desde el inicio de la era industrial, pasando de 280 partes por millón (ppm) en el año 1750, a alrededor de 380 ppm en el año 2005, alcanzando los más elevados niveles de concentraciones de CO_2 de al menos los últimos mil años.

Hay otros gases de efecto invernadero que medidos en volumen resultan mucho menos importantes que el CO_2 pero que no lo son tanto si evaluamos su potencial de calentamiento, que se deriva de su mayor capacidad para absorber la radiación infrarroja y su más larga persistencia en la atmósfera. Entre estos gases, el metano (CH_4) aporta cerca del 25% del potencial del calentamiento de los gases de efecto invernadero, aunque en volumen representa menos del 2%. Esto se explica porque el metano tiene, en un periodo de 100 años, un potencial de calentamiento 21 veces mayor que el CO_2 ; además tiene una vida de 12.2 años en la atmósfera. Este gas también es de origen natural y por tanto existía ya en la atmósfera antes de la era industrial; sin embargo sus emisiones y concentración se han elevado significativamente desde entonces debido a actividades tales como la quema de combustibles fósiles, el cultivo de arrozales, la descomposición de los desechos en tiraderos de basura municipal y la ganadería. La concentración de CH_4 en la atmósfera durante la era pre-industrial fue de 0.7 ppm, y pasó a 1.721 ppm en 1994, lo que implica un incremento de más de 100% (Martínez y Fernández 2004).

Entre los gases de efecto invernadero se incluyen algunas de las sustancias que agotan la capa de ozono y sus sustitutos, incluidos los clorofluorocarbonos (CFC) y los halocarbonos (HFC), que además producen afectaciones al clima mundial. Estas sustancias se usan mayormente como refrigerantes y en algunos casos como espumantes, y pueden llegar a ser miles de veces más potentes que el CO_2 en su capacidad de calentamiento. Se ha procurado que los países que ratificaron el Protocolo de Montreal y que se han avocado a mitigar las emisiones de estas sustancias, cuenten con los elementos técnicos y científicos necesarios para buscar opciones de reemplazo de las sustancias que agotan la capa de ozono.

El peso de la evidencia

Hay gases de efecto invernadero que medidos en volumen resultan mucho menos importantes que el CO_2 pero que no lo son tanto si evaluamos su potencial de calentamiento, que se deriva de su mayor capacidad para absorber la radiación infrarroja y a su más larga persistencia en la atmósfera.

La evidencia científica

Es de comentarse que no hay completa certeza sobre las causas del calentamiento global; incluso algunos todavía sostienen que el fenómeno no está ocurriendo. En ciertas instancias ha llegado a politizarse el debate sobre el tema. Sin embargo, hay cada vez más evidencia de que se está experimentando un fenómeno gradual de aumento en la temperatura promedio de la superficie de la Tierra y que este fenómeno obedece a causas antropogénicas. Por ejemplo, el Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), publicado en 2001, sostiene que la evidencia es abundante y atribuye el calentamiento al aumento en las emisiones antropogénicas de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero.

Aunque el IPCC no desarrolla tareas de investigación ni monitorea el clima sino que analiza y desarrolla evaluaciones con base en la literatura técnica y científica existente, sus reportes, informes y publicaciones son los de mayor influencia en la divulgación de los avances de la investigación sobre el cambio climático.

El IPCC es posiblemente el órgano más importante para la discusión de los aspectos técnicos y científicos relacionados con el cambio climático, y aunque está conformado por representantes de gobiernos, aspira a no discutir cuestiones políticas y a que sus hallazgos y conclusiones sean informativos y no prescriptivos para los tomadores de decisiones. Sus valoraciones son bien fundadas y producto de revisiones serias y minuciosas de la literatura existente sobre todo tipo de aspectos relacionados con el cambio climático.

Desde su creación en 1988, conseguida gracias al financiamiento de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y del Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA), el IPCC ha elaborado una serie de evaluaciones, reportes especiales y estudios técnicos muy completos sobre temas relacionados con el cambio climático. Esta información ha servido enormemente para la toma de decisiones y el conocimiento público del problema; su ayuda ha sido invaluable en las negociaciones que tienen lugar en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En general, el objetivo del IPCC es evaluar y analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los riesgos asociados con el cambio climático. Para alcanzar la meta está dividido en tres Grupos de Trabajo, el primero encargado de los aspectos científicos relacionados con el sistema climático y el cambio climático; el segundo avocado a estudiar la vulnerabilidad de los sistemas naturales

El IPCC es posiblemente el órgano más importante para la discusión de los aspectos técnicos y científicos relacionados con el cambio climático. Aspira a no discutir cuestiones políticas y a que sus hallazgos y conclusiones sean informativos y no prescriptivos para los tomadores de decisiones.

y socioeconómicos ante el cambio climático, las consecuencias negativas y positivas del mismo, y las medidas de adaptación; y el tercero enfocado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático. Además, el IPCC tiene un Grupo de Tarea sobre Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero que elabora guías y metodologías para la estimación de emisiones y para el reporte de inventarios nacionales, mismas que son usadas ampliamente. En México, por ejemplo, estas guías son la base para el desarrollo y actualización periódica de los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, documentos fundamentales para el conocimiento de las causas del cambio climático a nivel nacional y, por ende, para la búsqueda de soluciones.

Hasta la fecha, el IPCC ha publicado tres reportes de evaluación comprensivos y el cuarto está en proceso de elaboración. Estos reportes son, como mencionamos antes, los documentos más influyentes en lo que hace al estado de la ciencia, los posibles impactos y las opciones para la adaptación o mitigación en relación con el cambio climático. El último de ellos, publicado en 2001, tardó tres años en ser elaborado, y contó con la participación de aproximadamente 450 autores principales, más de 800 colaboradores y alrededor de 1 000 expertos revisores de prácticamente todos los confines de la Tierra.

Para elaborar el Cuarto Reporte de Evaluación se está haciendo circular entre los gobiernos de los países miembros del IPCC los borradores de los capítulos. Se espera que esta revisión concluya para el último trimestre de 2006 y que el reporte esté terminado para mediados de 2007 y pueda ser presentado a fines de ese año ante la Conferencia de las Partes (COP) de la CMNUCC.

Este Cuarto Reporte incluirá, tal como ocurre en los tres anteriores, un apartado individual de cada uno de los Grupos de Trabajo del Panel, en el que se evaluarán y analizarán los avances en lo relativo a: 1) base científica; 2) impactos, vulnerabilidad y adaptación, y 3) mitigación.

Los reportes incluyen también las aportaciones del Grupo encargado de la Base de Datos sobre Factores de Emisión y del Grupo de Trabajo sobre Apoyo para Datos y Escenarios para el Análisis del Clima e Impactos. Además, incluyen un reporte sintetizado (o resumen general), que ha pasado por un proceso de revisión exhaustivo del IPCC en reunión plenaria de las Partes, que lo han aprobado línea por línea. Éste es usualmente el documento más divulgado e influyente del reporte.

La evidencia científica

Desde el tercer reporte el IPCC indicó que los dos anteriores habían sido muy conservadores en cuanto a predicción del calentamiento global, y presentó nueva evidencia científica con respecto a la participación humana en el fenómeno. Se espera que el cuarto informe vaya aún más lejos y determine con mayor certeza las causas antropogénicas del cambio climático, así como la gravedad de las proyecciones a futuro.

Hasta ahora, la evidencia científica señala que es muy posible que el aumento de las concentraciones de GEI que ocurra en las próximas décadas ocasione (junto con aumento de temperatura, alteraciones en la precipitación y alteraciones en la frecuencia y magnitud de eventos climáticos extremos) impactos directos e indirectos irreversibles sobre los sistemas físicos y biológicos: Los organismos vivos y los ecosistemas del planeta tendrían dificultad para adaptarse a estos impactos, sobre todo en las escalas de tiempo tan reducidas en las que se presentarían.

Aunque no hay total certeza de que estos cambios ocurran, especialmente en el caso de presumibles impactos futuros, sí se efectúan predicciones para dilucidar los posibles efectos que el aumento en las concentraciones de GEI pudiera tener en el clima; la mayoría de esas predicciones arrojan resultados poco optimistas, por decir lo menos. Bajo prácticamente todos los escenarios de emisiones proyectados por el IPCC, se prevé, por ejemplo, que tanto las concentraciones de CO₂ como la temperatura media de la superficie del planeta y del nivel del mar aumenten significativamente durante el siglo XXI.

Entre las consecuencias de estos cambios se prevé, por dar un ejemplo, que el nivel de los mares aumente entre 0.09 y 0.88 m en el período de 1990 al 2100, en parte por el derretimiento de los polos y de los glaciares, pero en mayor medida por la expansión térmica de los océanos. Aunque el cambio climático proyectado tendría consecuencias ambientales y socioeconómicas positivas y negativas, en general se espera que predominen las segundas mientras más grandes sean los cambios y mayor su ritmo. Asimismo se espera que los impactos

Se prevé, por ejemplo, que tanto las concentraciones de CO₂ como la temperatura media de la superficie del planeta y del nivel del mar aumenten significativamente durante el siglo XXI.

del cambio climático recaigan de forma desproporcionada sobre los países en desarrollo y las poblaciones más desfavorecidas de todos los países y, por lo tanto, que se profundicen aún más las desigualdades en materia de salud y de acceso a alimentos adecuados, agua limpia y otros recursos vitales.

Se ha documentado ampliamente una tendencia al calentamiento global, a mayor variabilidad climática y a eventos climáticos extremos con gran potencial destructivo; tales cambios tienen consecuencias en los ecosistemas y la población humana, en particular los más vulnerables. Se espera, según las proyecciones, un incremento mayor en la variabilidad climática; las simulaciones del clima proyectan cambios en la frecuencia, intensidad y duración de fenómenos extremos, que se manifestarían en eventos tales como aumento de los días calurosos, ondas de calor, temporadas de precipitación extrema y menor número de días fríos, entre otros.

En todo caso, la evidencia científica, como apuntábamos líneas arriba, no es terminante; existen todavía discrepancias sobre todo en cuanto a la asociación entre algunos de los fenómenos observados y documentados con el cambio climático.

Hay un amplio sector de científicos e investigadores que defiende que la reducción de las emisiones de GEI y la consiguiente estabilización de su concentración atmosférica podrían retrasar y reducir los daños asociados con el cambio climático. Se estima, por ejemplo, que la temperatura media de la superficie del planeta podría aumentar entre 1.2 y 3.5 °C hacia el año 2100, incluso para los escenarios optimistas en los que las concentraciones de CO₂ se estabilicen a niveles de 450 a 1000 ppm. Aún en estas condiciones, el aumento de la temperatura de equilibrio final podría tardar muchos siglos y estaría comprendida entre el rango de 1.5 a 3.9°C por encima de los niveles de 1990, considerando una estabilización en 450 ppm; y entre 3.5 y hasta 8.7°C por encima de los niveles de 1990, considerando una estabilización en un nivel de concentraciones de 1000 ppm.

Lo más preocupante es que, aún con los esfuerzos que se desarrollen para estabilizar las concentraciones de GEI, una vez conseguido tal equilibrio los impactos se seguirían sintiendo durante muchos años, ya que gran cantidad de las sustancias emitidas tienen una vida de cientos e incluso miles de años en la atmósfera.

El peso de la evidencia

Se prevé que el nivel de los mares aumente entre 0.09 y 0.88 m en el período de 1990 al 2100, en parte por el derretimiento de los polos y de los glaciares, pero en mayor medida por la expansión térmica de los océanos.

ALGUNAS EVIDENCIAS EMPÍRICAS

Algunas evidencias empíricas

Los años recientes han sido los más calientes en la historia moderna. Además, al parecer cada año se superan los registros de una u otra variable climática, lo que hace suponer que el cambio climático ya se está manifestando y ha empezado a afectar la vida cotidiana de amplias regiones del planeta. Se ha hecho evidente que el sistema climático se está modificando y que las pérdidas económicas y humanas asociadas con eventos meteorológicos extremos y con la creciente variabilidad del clima han ido en aumento.

Las pérdidas económicas y humanas asociadas con eventos meteorológicos extremos y con la creciente variabilidad del clima han ido en aumento.

Gracias a la publicación del Tercer Reporte de evaluación del IPCC, hay cada vez más claridad y menor incertidumbre acerca de los impactos del cambio climático. Desde entonces, la evidencia ha despertado nuevas preocupaciones, por ejemplo con respecto a los siguientes puntos:

- Registros presentados por climatólogos del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA, indican que 2005 fue el año con el promedio más alto de temperatura anual en la superficie de nuestro planeta en más de un siglo (Hopkin 2005, NASA 2005).
- A mediados del 2006, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América divulgó que “el reciente calentamiento de la Tierra no tiene precedentes en al menos los últimos 400 años, y probablemente en los últimos milenios” (NAS, 2006).
- Un aumento de 1°C en la temperatura superficial de los océanos, proyección bastante realista dadas las tendencias actuales, podría afectar gravemente los arrecifes de coral y otros ecosistemas marinos.
- El incremento en la acidez de los océanos debido al aumento en las concentraciones de CO₂ en la atmósfera podría reducir su capacidad para capturar CO₂ y afectar toda la cadena alimenticia marina.
- Un incremento en la temperatura regional de 2.7°C (asociado a un aumento global de 1.5°C) podría provocar el derretimiento de la capa de hielo de Groenlandia y generar un aumento mayor en el nivel de los océanos.
- La corriente oceánica del Atlántico Norte podría hacerse más lenta o incluso desaparecer.
- Con un aumento de 3° C podría desestabilizarse la superficie del Ártico, donde algunas capas de hielo ya muestran signos de inestabilidad.

- Se han abierto nuevos pasajes a la navegación en el Polo Norte (algunos podrían quedar abiertos durante todo el año).
- La continua apertura de nuevos pasajes de navegación donde antes había hielos permanentes afectaría significativamente al tráfico naviero internacional. Por ejemplo, la circulación del Canal de Panamá podría disminuir, afectando la economía de esa región.
- Los incendios forestales parecen haberse intensificado, lo mismo que la desertificación, las inundaciones y las olas de calor.
- En cuestión de huracanes, dado que los últimos, que azotaron en especial la Costa Atlántica de América, tuvieron efectos tan devastadores y sucedieron en un lapso tan corto, parecería que se han incrementado tanto en número como en intensidad.
- Algunas especies de aves e insectos han modificado sus patrones migratorios. Se ha observado que hay especies de aves que han dejado de migrar.

*El peso
de la
evidencia*

Se sospecha que el efecto invernadero puede tener consecuencias más severas que las estimadas por expertos del IPCC, las cuales en el Tercer Reporte de Evaluación del 2001 ya eran bastante alarmistas (Hopkin 2005). De acuerdo con los resultados de algunos estudios de modelación climática, el incremento de las concentraciones de CO₂ al doble de los niveles registrados en la era pre-industrial, puede ocasionar un incremento de temperatura mayor a los 11° C (Hopkin 2005), con consecuencias más devastadoras que las más pesimistas del IPCC, y en plazos relativamente breves.

Recientemente, un panel de destacados científicos informó al Congreso de los Estados Unidos que la Tierra continua calentándose y que no cabe ninguna duda de que las actividades humanas son responsables de la mayor parte del aumento de temperatura ocurrido en los últimos 150 años (NAS 2006). Este fenómeno es ya visible: incluso a simple vista podemos percatarnos de que los glaciares se derriten y se perciben muchas otras evidencias de la naturaleza (North 2006).

En México, entre los efectos más significativos del cambio climático, tanto actuales como previsibles, podemos señalar los siguientes: creciente desertificación en el centro y el norte del país; reducción del potencial agrícola; dificultades para suministro de agua a poblaciones; inundaciones en planicies costeras; incremento de eventos hidrometeorológicos extremos, que son la mayor causa de perjuicios socioeconómicos derivados de desastres naturales; daño a sistemas fo-

Recientemente, un panel de destacados científicos informó al Congreso de los Estados Unidos que la Tierra continúa calentándose y que no cabe ninguna duda de que las actividades humanas son responsables de la mayor parte del aumento de temperatura ocurrido en los últimos 150 años.

Algunas evidencias empíricas

restales (mayor incidencia de incendios, por ejemplo); daño a sistemas hidrológicos; pérdida de biodiversidad e impactos directos e indirectos en la salud humana, como por ejemplo aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores como dengue y paludismo e incremento de enfermedades y muertes causadas por olas de calor (INE 2001, Martínez y Fernández 2004).

A pesar de los impactos percibidos en México y a nivel global, los costos del cambio climático son difíciles de calcular. En primer lugar es difícil, como mencionamos antes, asociar el fenómeno del cambio climático con sus presumibles efectos; a ello se agregan obstáculos para valorar los impactos directos o indirectos que tales efectos producen en la sociedad, la naturaleza y la economía.

Baste entonces con señalar algunas estimaciones: en México, por ejemplo, la devastación ocasionada en el año 2005 por los huracanes Stan y Wilma podría ascender a 3 000 millones de dólares y en Centroamérica a 1 300 millones. Por su parte, el costo del último fenómeno registrado de *El Niño*, en 1998, se estimó en aproximadamente 8 000 millones de pesos, contabilizando únicamente daños materiales directos, a los que habría que sumar incendios forestales, pérdidas en agricultura y afectaciones a la actividad pesquera, entre otros (Magaña 2004). En Europa, los costos por las inundaciones del año 2002 se calculan en por lo menos 37 muertes y 16,000 millones de dólares. A la ola de calor que azotó ese mismo continente en 2003 se atribuyen 26,000 muertes y costos por 13,500 millones de dólares.

No es que los fenómenos hidrometeorológicos extremos y los desastres naturales no ocurrieran antes, pero parecen estar adquiriendo dimensiones cada vez más catastróficas y ser más frecuentes. No pretendemos suponer que el cambio climático es la única causa de estos fenómenos, pero resulta evidente que es una de las principales, ciertamente magnificada por factores tales como la pobreza; la precariedad en las condiciones de salud pública; el crecimiento poblacional desmedido; la proliferación de asentamientos en lugares de alto riesgo; la ubicación e intensificación de actividades económicas con pocas o nulas prácticas de protección ambiental y sin el menor respeto por el entorno natural, y la inadecuada infraestructura para resistir y enfrentar situaciones de desastre, entre otros.

En México, entre los efectos más significativos del cambio climático, tanto actuales como previsibles, están los siguientes: creciente desertificación en el centro y el norte del país; reducción del potencial agrícola; dificultades para suministro de agua a poblaciones; inundaciones en planicies costeras; incremento de eventos hidrometeorológicos extremos; daño a sistemas forestales e hidrológicos; pérdida de biodiversidad, e impactos en la salud humana.

IMPLICACIONES PARA LA SOCIEDAD

El cambio climático podría ocurrir a una escala y en un plazo tales, que sería difícil que algunas especies se adaptaran a ellos. Incluso la especie humana corre peligro, si no en su existencia misma al menos sí en su estilo de vida, en sus patrones de producción y consumo y en la forma en que la gente interactúa entre sí, con otras especies y con el medio natural.

Como discutimos anteriormente, la evidencia científica apunta ya a que los recientes cambios en los climas regionales, particularmente los aumentos de temperatura, han afectado los sistemas hidrológicos y los ecosistemas terrestre y marino en muchas partes del mundo. Por otra parte, el incremento de los costos socioeconómicos relacionados con los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos y variaciones regionales del clima indica que somos cada vez más vulnerables a los cambios climáticos.

Por lo tanto, si se quiere solucionar el problema, aunque sea en el largo plazo, los esfuerzos para la reducción de emisiones de GEI deberán ser sustanciales y decididos. Algunas simulaciones, por ejemplo, indican que para estabilizar las concentraciones de CO₂ se requeriría que las emisiones antropogénicas mundiales de este gas disminuyeran más allá de los niveles de 1990. Si ello se lograra en unas cuantas décadas, sería posible conseguir una concentración de 450 ppm; en cambio, si esta reducción se lograra en un siglo, las concentraciones de GEI podrían estabilizarse en no menos de 650 ppm, y en alrededor de 1,000 ppm si nos tardáramos dos siglos (IPCC 2001). En ningún caso es una tarea fácil, mucho menos si se pretende continuar con los patrones de uso de energía, transporte y recursos naturales que han prevalecido durante las últimas décadas.

La integración de políticas y acciones para enfrentar el cambio climático es posible sólo con decisión. La tecnología que podría permitir mitigar emisiones de GEI está avanzando rápidamente, pero su introducción no siempre progresa con la velocidad y la intensidad que se ameritan. En algunos casos la sustitución de las tecnologías actuales por otras más limpias se ve impedida por razones económicas o políticas; en muchos otros casos parecen decisivas la inercia de algunos sectores y la presencia de barreras legales, institucionales y culturales muy poderosas.

En cualquier caso, no debemos confiar demasiado en que las soluciones tecnológicas serán suficientes para afrontar el cambio climático.

El peso de la evidencia

Los efectos del cambio climático son magnificados por factores como la pobreza; la precariedad en las condiciones de salud pública; el crecimiento poblacional desmedido; la proliferación de asentamientos en lugares de alto riesgo; la ubicación e intensificación de actividades económicas con pocas o nulas prácticas de protección ambiental y sin el menor respeto por el entorno natural, y la inadecuada infraestructura para resistir y enfrentar situaciones de desastre, entre otros.

Es necesario también un cambio significativo en nuestra forma de vida como individuos y como sociedad; resulta urgente tomar mayor conciencia del valor de nuestro entorno y del derecho de las generaciones futuras a disfrutar de un ambiente natural, económico y social al menos de la misma calidad, si no mejor, que el actual.

CONCLUSIONES

En algunos casos la sustitución de las tecnologías actuales por otras más limpias se ve impedida por razones económicas o políticas; en muchos otros casos parecen decisivas la inercia de algunos sectores y la presencia de barreras legales, institucionales y culturales muy poderosas.

¿Qué opciones tenemos para afrontar el cambio climático y transitar hacia la sustentabilidad? La primera es no actuar, es decir, dejar que los mecanismos naturales del planeta y de las especies que lo habitan, incluida la humana, se ajusten de alguna manera y encuentren equilibrio, sobreviviendo algunas y adaptándose otras a los cambios y sus efectos. Ante la evidencia cada vez más contundente del cambio climático y sus causas antropogénicas, esta opción no parece ya viable. Se necesita investigar y conocer a mayor profundidad el fenómeno, no sólo a escala global sino también regional e incluso local para adoptar medidas que mitiguen sus causas y sobre todo que permitan la adaptación de todas las especies.

Para México será en general muy relevante que, al evaluar los impactos de las medidas de mitigación y adaptación propuestas, no sólo se establezca el costo y la efectividad (evaluada con base en emisiones evitadas o mitigadas) de tales medidas, sino también los beneficios adicionales de la acción, en particular los socioeconómicos, los de salud y los de preservación de ecosistemas, por mencionar algunos. Por ejemplo, en el caso de la energía renovable (medida tecnológica con gran potencial para mitigar las emisiones de GEI) no basta con saber cuánto cuesta y qué cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero podría reducir, sino también qué beneficios traería su introducción en comunidades rurales y en asentamientos remotos sin acceso a la red eléctrica, o para los productores de insumos, entre otros.

En lo que hace a la adaptación ante la variabilidad climática y los eventos meteorológicos extremos, es muy importante para México reconocer la necesidad de realizar análisis más detallados entre los sectores con mayor vulnerabilidad, y buscar hacer frente a los impactos mediante desarrollo de medidas y políticas en los ámbitos local, nacional y regional, con los cuales minimizar el daño en el medio ambiente, la sociedad y la economía del país.

Es importante recalcar que el tema de la adaptación al cambio climático merece mucha más atención que la que se le da en la actualidad. Como hemos dicho, muchos de los impactos ya están presentes, y se espera que, aún con la implementación de las medidas de mitigación más efectivas, se agraven tanto en intensidad como en frecuencia.

El problema del cambio climático representa, posiblemente, el mayor reto ambiental del presente siglo a escala global, y amerita emprender ya acciones decididas. No podemos esperar a tener certeza completa para poner manos a la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Hopkin, M. 2005. Biggest-ever Climate Simulation Warns Temperatures May Rise by 11 °C. *Nature*, 26 de enero de 2005. Disponible en: http://www.nature.com/news/2005/050124/pf/050124-10_pf.html.
- INE. 2001. *México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Martínez, J. y A. Fernández con la colaboración de Patricia Osnaya. 2003. *Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Martínez, J. y A. Fernández (comps.). 2004. *Cambio climático: una visión desde México*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Magaña V. (ed.). 2004. *Los impactos de El Niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, México.
- NAS. 2006. *Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years*. The National Academy of Sciences. Report to Congress, Washington, D.C.
- NASA. 2005. *Goddard's Page for the Press and Media*. Disponible en: http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/2006/2005_warmest.html.
- North, G. R. 2006. Statement before the Subcommittee on Oversight and Investigation of the U.S. House of Representatives. 19 de julio de 2006. Washington, D.C.
- PICC. 2001. *Tercer Informe de Evaluación*. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Suiza.
- PNUMA – UNFCCC. 2004. *Cambio Climático–Carpeta de Información*. Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente–Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Suiza.