

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro de Ciencias de la Atmósfera • Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades  
Programa de Investigación en Cambio Climático • Programa Universitario de Medio Ambiente

# MÉXICO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

## Retos y oportunidades

Gian Carlo Delgado, Carlos Gay,  
Mireya Imaz, María Amparo Martínez  
**coordinadores**



**100** UNAM  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE MÉXICO  
1910 - 2010

COLECCIÓN

EL  
MUNDO  
ACTUAL



MÉXICO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.  
RETOS Y OPORTUNIDADES

Colección

---

El Mundo Actual: Situación y Alternativas

COMITÉ EDITORIAL DEL CEIICH

Norma Blazquez Graf  
Gloria Patricia Cabrera López  
Horacio Cerutti Guldberg  
Gian Carlo Delgado Ramos  
Diana Margarita Favela Gavia  
Olivia Gall Sonabend  
Rogelio López Torres  
Margarita Maass Moreno  
Isauro Uribe Pineda

CONSEJO EDITORIAL DE LA COLECCIÓN

Pablo González Casanova  
*Fundador*

Samir Amin  
George Aseneiro  
Nirmal Kumar Chandra  
Bernard Founou  
Akmal Hussain  
Kiva Maidanik  
Mahmood Mamdani  
Milos Nikolic  
John Saxe-Fernández  
Carlos M. Vilas



# MÉXICO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. RETOS Y OPORTUNIDADES

GIAN CARLO DELGADO, CARLOS GAY,  
MIREYA IMAZ, MARÍA AMPARO MARTÍNEZ  
(Coordinadores)

Universidad Nacional Autónoma de México

---

Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias  
en Ciencias y Humanidades  
Programa de Investigación en Cambio Climático  
Programa Universitario de Medio Ambiente  
México, 2010

QC986

.M6

M49

México frente al cambio climático : retos y oportunidades / Gian Carlo Delgado ... [et al.] (coordinadores). – México : UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera : Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades : Programa de Investigación en Cambio Climático : Programa Universitario de Medio Ambiente, 2010.

240 p. – (Colección El Mundo Actual : Situación y Alternativas)

ISBN 978-607-02-1879-8

ISBN 978-607-02-2889-6 (edición electrónica)

1. Cambios climáticos -- México. 2. Degradación ambiental -- México. I. Delgado Ramos, Gian Carlo, ed. II. Serie.

Primera edición, 2010

Primera edición electrónica, 2013

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

© Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria  
Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F.  
[www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)

© Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades  
Torre II de Humanidades 4º piso  
Circuito Escolar, Ciudad Universitaria  
Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F.  
[www.ceiich.unam.mx](http://www.ceiich.unam.mx)

© Programa de Investigación en Cambio Climático  
Circuito de la Investigación Científica  
Conjunto E, Edificio D, Ciudad Universitaria  
Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F.  
[www.pincc.unam.mx](http://www.pincc.unam.mx)

© Programa Universitario de Medio Ambiente  
Circuito de la Investigación Científica  
Edificio de Programas Universitarios, Planta Alta, Ciudad Universitaria  
Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F.  
[www.puma.unam.mx](http://www.puma.unam.mx)

Cuidado de la edición: Clara E. Castillo Álvarez y Rogelio López Torres  
Diseño de portada: Amanali María Cornejo Vázquez

Impreso en México / *Printed in Mexico*

## Índice

Prólogo . . . . .	9
<i>Amparo Martínez, Mireya Imaz y Norma Blazquez</i>	
Introducción . . . . .	11
<i>Gian Carlo Delgado Ramos</i>	
El cambio climático. De lo inequívoco a lo incierto . . . . .	17
<i>Cecilia Conde</i>	
Eventos extremos, cambio climático y vulnerabilidad en México y Baja California Sur. . . . .	35
<i>Manuel Ángeles y Alba E. Gámez</i>	
Cambio climático, conflictos sobre recursos y vulnerabilidad social. . . . .	51
<i>Úrsula Oswald Spring</i>	
Los servicios hidráulicos: riesgos y oportunidades . . . . .	83
<i>Blanca Jiménez e Inés Navarro</i>	
El reto de los 2º C y el transporte en México . . . . .	97
<i>Xóchitl Cruz Núñez</i>	
Ordenamiento territorial, bioeconomía urbana y pobreza frente al cambio climático. . . . .	111
<i>Gian Carlo Delgado Ramos</i>	
La adaptación al cambio climático en ciudades a través de la reducción del riesgo: hacia un esquema integrador . .	139
<i>Fernando Aragón-Durand</i>	
Efectos del cambio climático en la salud y los retos a enfrentar. . . . .	153
<i>Ana Rosa Moreno Sánchez</i>	
El turismo frente al cambio climático: adaptación y mitigación. . . . .	177
<i>Antonina Ivanova</i>	

Diplomacia climática, ¿qué esperamos de la COP16 en Cancún? . . . . .	195
<i>Carlos Gay García y José Clemente Rueda Abad</i>	
Mitigación del cambio climático y desarrollo sustentable en México: Resolviendo necesidades locales con beneficios globales . . . . .	211
<i>Omar Raúl Masera, Alberto Salazar y René Martínez</i>	
Colaboradores . . . . .	223
Índice analítico . . . . .	231

## Prólogo

Diversos estudios prospectivos, a través del uso de modelos globales, señalan que México es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, con severos impactos en las poblaciones humanas y en los ecosistemas. Por ello, resulta esencial analizar causas y consecuencias de este proceso, que nos posibiliten construir estrategias de prevención, mitigación y adaptación, que disminuyan la vulnerabilidad y permitan enfrentar este proceso planetario en mejores condiciones.

Este libro aborda desde diferentes ópticas disciplinarias, distintos aspectos del cambio climático como los impactos en las actividades productivas, el territorio, la seguridad, la salud, el transporte, los servicios hidráulicos, los ambientes urbanos y rurales, el turismo, las relaciones internacionales y las conexiones entre lo local y lo global.

La diversidad temática y riqueza de análisis ha sido posible por la propia diversidad académica de los dieciséis autores, especialistas provenientes de las ciencias naturales, las ingenierías, las ciencias sociales y las humanidades, cuyo común denominador es ser coautores o revisores del 5° Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). En este grupo se conjuntan investigadores con una trayectoria de más de veinte años en el tema, con estudiosos que recientemente han incorporado esta temática a sus campos de análisis.

Esta publicación es, además, una reflexión de cara a la celebración de la Conferencia de las Partes (COP16) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que se llevará a cabo en Cancún, México en noviembre-diciembre de 2010. Al dar a conocer la investigación nacional sobre este tema, se propone que la sociedad cuente con mayores elementos de juicio para su activa participación en la construcción de alternativas ante los retos tecnológicos, económicos, sociales, ecológicos y políticos que actualmente enfrentamos y que se verán agudizados de manera dramática si no somos capaces de cambiar

el modelo de desarrollo que ha llevado a esta crisis climática, ambiental y social.

Finalmente, es importante remarcar que esta obra es resultado de la suma de esfuerzos de cuatro entidades universitarias por construir, de manera colectiva, una necesaria visión integral, desde y para los ámbitos académico, político y social.

Centro de Ciencias de la Atmósfera,  
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias  
en Ciencias y Humanidades,  
Programa de Investigación en Cambio Climático,  
Programa Universitario de Medio Ambiente

## Introducción

A pesar de que Svante August Arrhenius estimara ya en 1895 que el  $\text{CO}_2$  producido por la combustión de combustibles fósiles provocaría un aumento en la temperatura, el tema, aunque recurrente en la arena científica (e.g. el trabajo de Alfred Lotka, de 1924, sobre una predicción de aumento de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera o el de Evelyn Hutchinson, de 1954, sobre la deforestación y su relación con el incremento de emisiones de  $\text{CO}_2$ ), no logró un foro político relevante hasta 1989 cuando se fundó el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC); una iniciativa de la Organización Mundial de Meteorología y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas. Desde entonces, la investigación y generación de información ha ido en aumento, logrando que en los últimos años se reconozca que el cambio climático es producto, en muy buena medida, de la acción antropogénica. En tal sentido, las evaluaciones y estimaciones sobre posibles escenarios, implicaciones, impactos, pero también oportunidades para adaptarse y mitigar los efectos negativos del cambio climático, no se han hecho esperar y arrojan ya resultados de gran trascendencia tanto en lo económico y político, como en lo ambiental y social.

El tema es, por tanto, importante no sólo para la comunidad científica o la arena política, sino también para la sociedad civil en general puesto que puede y debiera exigir la toma de decisiones y acciones con base en un entendimiento y conocimiento bien informado sobre el problema. Ello además nos permite imaginar, dialogar, evaluar y aprovechar oportunidades o alternativas ambiental y socialmente más justas y acordes a los retos que impone el cambio climático con todas sus complejidades y particularidades, en lo global, regional, nacional y local.

Este libro ofrece una mirada bien informada del problema desde una perspectiva global y al mismo tiempo mexicana. Está compuesto por un prólogo y once capítulos en los que participan diecinueve autores de diversas zonas del país.

En el capítulo 1, Cecilia Conde nos ofrece una revisión sobre lo inequívoco del calentamiento global como producto de la

acción humana. Presenta algunas de las implicaciones del calentamiento global en el medio ambiente y recuenta los cambios observados en eventos extremos. Conde argumenta que, a pesar de lo inequívoco del cambio climático, nos encontramos en un momento de incertidumbre pues existen lagunas en algunas áreas del conocimiento en los estudios climáticos además de que, seguramente, por mucho tiempo no se tendrán modelos climáticos que simulen con absoluta precisión el comportamiento de la atmósfera, la biosfera, los océanos o los cuerpos de hielo y nieve. Tomando nota de lo incierto, se ofrece una breve revisión de los impactos potenciales del cambio climático y de las acciones que se pueden tomar tanto en términos de mitigación como de adaptación; ello, dando cuenta de la necesidad de identificar, evaluar, comparar y priorizar las posibles respuestas.

En consonancia con lo anterior, en el capítulo 2, Manuel Ángeles y Alba Gámez analizan el caso específico de los eventos extremos, el cambio climático y la vulnerabilidad en México, dando cuenta de dos zonas particularmente sensibles, Quintana Roo y Baja California Sur, esta última objeto específico de análisis. Argumentan qué es y cómo enfrentar la vulnerabilidad asociada con el cambio climático y proponen la necesidad de avanzar hacia una agenda de investigación sobre vulnerabilidad humana y sus efectos de tal suerte que en el diseño de política pública haya elementos más complejos para la toma de medidas *ad hoc*.

Úrsula Oswald, en el capítulo 3, analiza la vinculación entre cambio climático, el conflicto por los recursos y la vulnerabilidad social. Su mirada parte de asociar el cambio climático con un complejo cambio ambiental global que no se limita exclusivamente a lo anterior y que permite dar cuenta de la amplitud de las afectaciones sociales y su vínculo con escenarios de disputa y conflicto. Al dar cuenta de cómo se “seguritiza” el medio ambiente, incluyendo la política del cambio climático, Oswald complejiza su análisis y presenta una revisión del punto a partir de desglosar su modelo PEISOR: presión, efectos, impactos, consecuencias societales y respuesta. Al dar cuenta de la complejidad del problema, sus impactos e implicaciones, la autora revisa la cuestión de la seguridad desde una visión que se distancia de las nociones tradicionales y se piensa como seguridad amplia (HUGE), esto es, aquella que incluye la vulnerabilidad social, la seguridad humana, de género y ambiental, todo desde una visión de justicia social.



Blanca Jiménez e Inés Navarro evalúan en el capítulo 4 el caso de los servicios hidráulicos de cara al cambio climático. Las autoras responden preguntas clave, tales como si es suficiente el agua en el país; de qué modo el cambio climático afectaría la disponibilidad del líquido; o cómo impactarían los cambios de agua disponible en la vida diaria y qué se puede hacer. Aclaran que la intensificación de lluvias no significa mayor disponibilidad de agua. Evalúan aspectos sobre la calidad del agua, los contaminantes, los costos económicos, las medidas individuales factibles pero, sobre todo, las políticas y acciones de gobierno necesarias frente a los impactos del cambio climático en el sector hidráulico.

En el capítulo 5 se analiza el tema del transporte en México y su importancia en la agudización, pero también en su contribución para la mitigación de los efectos negativos del cambio climático. Xóchitl Cruz nos habla del reto de los 2°C en tanto los efectos que implicaría el incrementar la temperatura del planeta por arriba de tal cifra. Al presentar el panorama actual de emisiones a nivel global y apuntar ciertos rasgos de los acuerdos y compromisos alcanzados en Copenhague por los países del Anexo I (o países ricos) y de los países del Anexo II (o países pobres), la autora discute el rol de México en las negociaciones internacionales sobre cambio climático al ser uno de los países en desarrollo que se coloca entre el puñado de naciones del anexo II que se calcula jugarán un papel central. Para Cruz, al anotar que el sector transporte es uno de los principales responsables en la emisión de gases de efecto invernadero, la búsqueda de alternativas de combustibles basados en fuentes renovables y tecnologías alternativas se torna un compromiso elemental para la reducción de las emisiones del país.

En el capítulo 6, Gian Carlo Delgado analiza los retos que impone el ordenamiento territorial moderno, en particular el urbano y sus altos flujos de materiales y de energía. Esto es, los elevados patrones de consumo y de desecho altamente concentrados en espacios territoriales que no pueden ser vistos más que como de tipo parasitario: las ciudades. Delgado aborda el caso de la bioeconomía de las ciudades del país, en particular de la Ciudad de México, y su significancia de cara al cambio climático. Al mismo tiempo, ofrece una reflexión sobre la vulnerabilidad social frente al cambio climático en las ciudades, en particular para los sectores y zonas urbanas más pobres. El

análisis incluye una aproximación al tipo de infraestructura que ya se tiene y al tipo de vivienda que se construye y que estimula un cierto tipo de (des)ordenamiento territorial que apunta a agudizar los problemas ambientales, incluyendo el cambio climático. Delgado concluye presentando algunas de las alternativas potenciales y escenarios de ordenamiento urbano que podrían contribuir en la adaptación y mitigación de los efectos negativos del cambio climático.

Fernando Aragón se suma al estudio de lo urbano al analizar en el capítulo 7 el tema de la adaptación al cambio climático a través de la reducción del riesgo. El autor advierte a cerca de la necesidad de integrar la reducción de riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la gestión pública de las ciudades, algo de particular relevancia si se toma nota de que, en México, tales políticas están desvinculadas. El asunto no es menor pues las políticas de adaptación y las de prevención de riesgo tienen una concepción y percepción de las amenazas, riesgo y vulnerabilidad distintas, así como también lo son las escalas espaciales y temporales de las amenazas. El autor ofrece una revisión de los obstáculos y de las estrategias de acción viables, incluyendo aspectos como la comunicación social, la toma de decisiones puntuales y el financiamiento.

El capítulo 8 versa sobre los efectos del cambio climático en la salud. Ana Rosa Moreno presenta las principales enfermedades asociadas con el cambio de clima, tales como las enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades gastrointestinales y respiratorias. Ofrece una revisión de cómo tales enfermedades se asocian al cambio climático, en especial a los eventos extremos. Se presenta un estudio sobre los fenómenos hidrometeorológicos en el país y las estimaciones de los impactos asociados a éstos, incluyendo los económicos-productivos, ambientales y a la salud. Asimismo, se argumenta el vínculo entre pobreza y el grado de vulnerabilidad social en términos de salud.

Antonina Ivanova analiza en el capítulo 9 el caso del turismo. La autora da cuenta de los impactos e implicaciones del cambio climático en tanto a costes de infraestructura, de economía y aspectos socioambientales diversos, entre otros. Para ello, Ivanova clasifica los impactos en directos e indirectos y los evalúa desde la perspectiva de la adaptación y mitigación frente al cambio climático. El capítulo incluye una revisión del sector

turismo como emisor de gases de efecto invernadero, ofreciendo una lectura a nivel mundial y de país.

En el capítulo 10, Carlos Gay y Clemente Rueda ofrecen un amplio balance de la situación de la diplomacia climática, entendida como ejecutora de la política exterior de un país orientada a alcanzar, mantener o fortalecer el control de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero desde una noción de responsabilidad común pero diferenciada y, por tanto, de justicia, entre los sujetos de derecho. Desde tal noción, los autores revisan y valoran desde una lectura de país, el Plan de Bali, los resultados de la COP15 y el denominado Acuerdo de Copenhague para desde ahí, argumentar lo que se esperaría de la COP16. Se trata de una apreciación que, sin embargo, no deja de reconocer que existen complejidades y retos importantes en el marco de la negociación internacional del clima y que con todo urge trascender. Y es que para los autores siempre será mejor que la diplomacia climática sea capaz de alcanzar acuerdos políticos vinculantes a tener que esperar a que una megacatástrofe evidencie la vulnerabilidad asociada al cambio climático de varias regiones del mundo.

Finalmente, en el capítulo 11, Omar Maserá, Alberto Salazar y René Martínez cierran el libro con una reflexión relativa al cambio climático y la necesidad de un desarrollo sustentable en México como mecanismo clave de mitigación. Los autores precisan y analizan como medidas de mitigación: la transición energética hacia energías renovables y su uso eficiente, la implementación de un sistema de transporte alternativo, el uso sustentable de los bosques y zonas agrícolas, y el desarrollo de un sistema alimentario agroecológico. Maserá, Salazar y Martínez identifican las oportunidades existentes para enfrentar el cambio climático en México, al tiempo que subrayan que tal ventana de oportunidad no durará muchos años. Se debe actuar ahora, concluyen.

Esta obra busca aportar elementos que contribuyan en la concientización del público en general sobre los retos que el cambio climático acarrea; la necesidad de extender el diálogo participativo y constructivo; la urgencia de encontrar consensos y tomar medidas, desde lo individual hasta lo colectivo; y la necesidad de convertir los retos en oportunidades de tal suerte que logremos minimizar al máximo el abanico de impactos negativos asociados al cambio climático, todo, al tiempo que se

construye una alternativa de nación de largo plazo, social y ambientalmente viable y justa. El propósito, si bien toma aparentemente una mayor relevancia de cara a las próximas negociaciones del clima, no deja de ser relevante. De ahí que el contenido de este libro sea útil más allá de la coyuntura por la que cruza el país como sede de la COP16.

Gian Carlo Delgado Ramos

## El cambio climático. De lo inequívoco a lo incierto

Ana Cecilia Conde Álvarez

### *Calentamiento global*

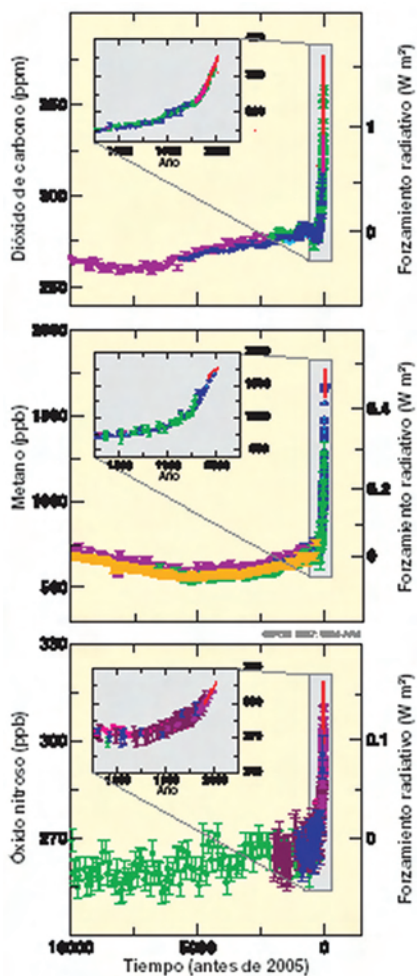
Las conclusiones del Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)) incluyeron los argumentos más contundentes en cuanto a que el proceso de calentamiento global es inequívoco, y que en mayor medida este calentamiento es atribuible a las actividades humanas. Como bien lo señala Diana Liverman (2007: 36-39), los argumentos presentados pasan de lo inequívoco a lo incierto, lo que constituye un serio problema de comunicación de los riesgos actuales y futuros asociados al cambio climático global y regional.

### *Lo observado*

Existen ahora, con un 90% de confianza, evidencias de que el calentamiento global observado se está desarrollando desde el siglo xx de manera inequívoca, y que éste está asociado a las acciones humanas, principalmente a la quema de combustibles fósiles y a procesos de cambio de uso de suelo (fundamentalmente a la deforestación). Por estos motivos, las concentraciones de dióxido de carbono aumentaron en un 35% desde la época preindustrial (1790) al año 2005, y, para el mismo periodo, las concentraciones del metano aumentaron en un 148% y del óxido nitroso en un 18% (figura 1).

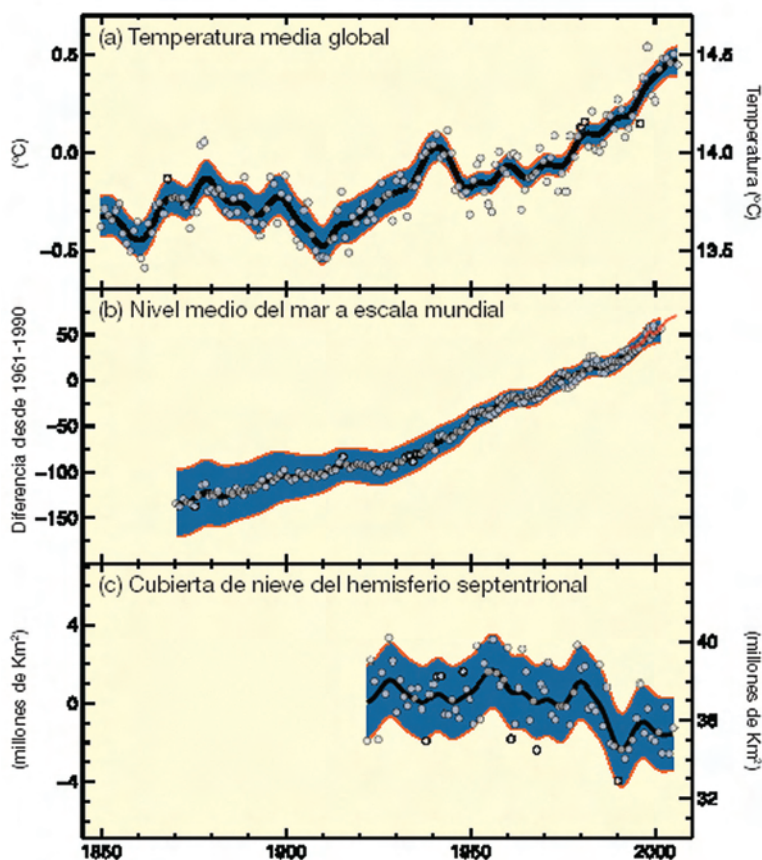
Asociado a ese cambio en la composición atmosférica, se ha observado un aumento en la temperatura global de 0.74°C, y, también se ha observado el aumento del nivel del mar de entre 6 a 10 cm de 1961 al 2003, y el decrecimiento de la cubierta global de nieve y hielo (figura 2), al grado que para el Ártico se reportó una pérdida de alrededor de 3.5 millones de kilómetros cuadrados en su superficie (IPCC-WGI, 2007), aunque posteriormente a la entrega de este Cuarto Reporte se hizo pública la evidencia de que esta disminución fue de alrededor de 4.28 millones de km<sup>2</sup> para septiembre del 2007.

Cambios en los gases de efecto invernadero según muestra de núcleos de hielo y datos modernos.



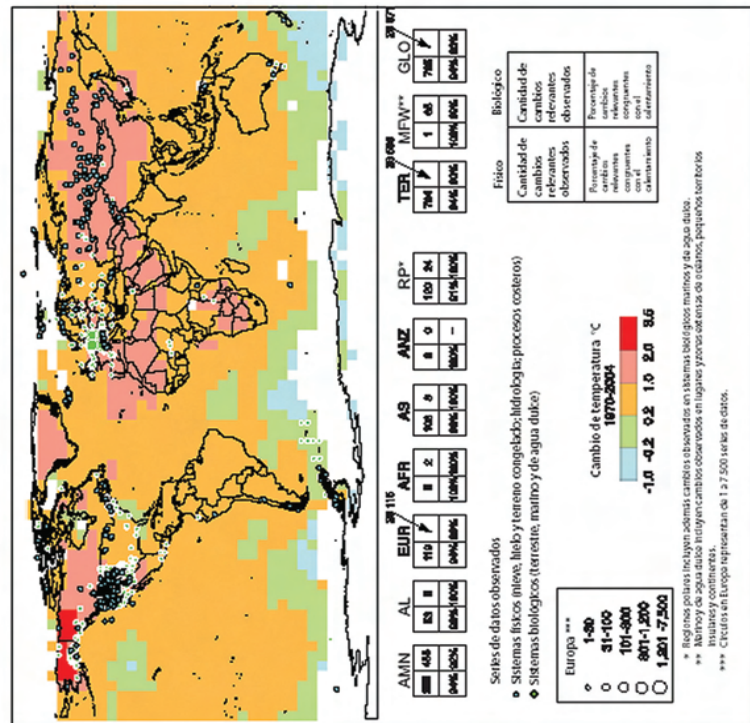
**Figura 1.** Las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico en la atmósfera durante los últimos 10.000 años (paneles grandes) y desde 1750 (recuadros). Las medidas son de testigos de hielo (los símbolos de diferentes colores denotan diferentes estudios) y de muestras de la atmósfera (líneas rojas). El correspondiente forzamiento radiativo se muestra en los ejes de los paneles grandes a la derecha (IPCC-WGI, 2007: 3).

Cambios en temperatura, nivel del mar y manto de nieve en el hemisferio septentrional.



**Figura 2.** Cambios observados en (a) la temperatura media de la superficie mundial, (b) el promedio del nivel del mar mundial según datos de mareógrafos (azul) y de satélites (rojo) y (c) la cubierta de nieve del hemisferio septentrional en marzo-abril. Todos los cambios son con respecto a los promedios correspondientes al periodo 1961–1990. Las curvas suavizadas representan los valores promedio por decenio mientras que los círculos muestran los valores anuales. Las áreas sombreadas representan los intervalos de incertidumbre estimados por un análisis integral de las incertidumbres conocidas (*a* y *b*) y de las series de tiempo (*c*). (IPCC-WGI, 2007: 6).

**Figura 3.** Se muestran lugares con cambios significativos observados en sistemas físicos (nieve, hielo y terreno congelado); hidrología y procesos costeros) y biológicos (sistemas biológicos terrestres, marinos y de agua dulce), conjuntamente con los cambios en la temperatura del aire en superficie durante el periodo de 1970-2004. Se seleccionó un subconjunto de cerca de 29.000 series de datos de aproximadamente 80.000 series de datos de 577 estudios. Estos cumplen con los siguientes criterios: (1) terminan en 1990 o posteriormente; (2) se extienden por un periodo de al menos 20 años; (3) muestran un cambio considerable en cualquier dirección, tal como se evalúa en los estudios individuales. Estas series de datos provienen de aproximadamente 75 estudios (de los cuales ~ 70 son posteriores al Tercer Informe de Evaluación) y contienen unas 29.000 series de datos, de las que alrededor de 28.000 son de estudios europeos. Las zonas blancas no contienen observaciones de datos climáticos suficientes para estimar una tendencia en la temperatura. Los recuadros de  $2 \times 2$  muestran el número total de series de datos con cambios significativos (línea superior) y el porcentaje de aquéllas acordes con el calentamiento (línea inferior) para (i) regiones continentales: América del Norte (amn), América Latina (al), Europa (EUR), África (AFR), Asia (AS), Australia y Nueva Zelanda (ANZ) y Regiones Polares (RP) y (ii) a escala mundial: Terrestre (TER), Marino y de Agua Dulce (MAD) y Mundial (MUN). Los números de los estudios de los recuadros de las siete regiones (AMN... RP) no se suman al total mundial (MUN) porque los números de las regiones, excepto la Polar, no se muestran en el mapa (IPCC-WGII, 2007: 4).





Asimismo, en las regiones con mayor calentamiento observado se han presentado mayores variaciones en los recursos naturales (físicos: nieve, hielo y terreno congelado; hidrología; procesos costeros, y biológicos: terrestres, marinos y de agua dulce) durante el periodo de 1970 a 2000 (IPCC-WGII, 2007; Rosenzweig *et al.*, 2007). Más de 557 estudios con más de 29 mil series de datos —la mayor parte de ellos europeos, por su mayor capacidad para desarrollar este tipo de estudios— muestran cómo se han reducido los caudales de los ríos en latitudes altas, lo que constituye un alto riesgo para la disponibilidad de agua. Asimismo, y en esas regiones, se han documentado la migración de aves y algunos peces, el cambio en fechas de crecimiento y floración de la vegetación, el desplazamiento a regiones o latitudes altas de varias especies, así como cambios en la abundancia y composición de las comunidades en los ecosistemas.

### *Cambios observados en eventos extremos*

Se podría pensar que  $0.74^{\circ}\text{C}$  es muy poco (menos de un grado centígrado) para preocupar a la humanidad, y que posiblemente los impactos observados deberían de estar asociados a otros procesos.

Para empezar, ese aumento de temperatura es global, por lo que los aumentos regionales pueden rebasar con mucho ese valor (figura 3). Por ejemplo, existen regiones cercanas al Polo Norte cuyos aumentos de temperatura rebasan ya los  $3.5^{\circ}\text{C}$  —recordemos que se trata de cambios observados entre 1970 al 2000. Para el caso de México, se han observado aumentos entre  $1$  y  $2^{\circ}$  para ese mismo periodo en el norte de nuestro país (IPCC-WGII, 2007).

Además, durante los años 1970 al 2000, es claro que no todos los años se obtuvieron los mismos valores de temperatura media anual. Hubo en ese periodo años mucho más calientes que otros, y aún años en los que las temperaturas máximas (extremas) pusieron en peligro la salud, la agricultura, y en general, el bienestar humano. Esas temperaturas extremas anómalas, forman parte de fenómenos que se denominan eventos extremos —o raros—. Así, han aumentado en la mayoría de las regiones terrestres —con un 90% de confianza— los días y las noches muy cálidos, así como los llamados golpes de calor. Aunado a lo

anterior, también han aumentado las lluvias torrenciales y, también la intensidad y frecuencia de las sequías extremas. Por otra parte, y muy preocupante para México, durante el periodo señalado los huracanes de categorías 4 y 5 prácticamente se han duplicado. Por supuesto, no todos han tocado tierra, pero el aumento en la frecuencia de estos eventos nos indica que han incrementado los riesgos de pérdidas humanas y de infraestructura en las costas mexicanas.

Por otra parte, los impactos biofísicos observados son consistentes con un mundo más caliente. Sin embargo, los sistemas humanos —industrias agropecuaria, pesquera y forestal, así como la salud y el manejo de los recursos hídricos, por ejemplo—, dependen no únicamente de las condiciones climáticas, sino también de las condiciones sociales, económicas y políticas de las regiones posiblemente afectadas. Esto dificulta mucho más el asociar al calentamiento global los impactos observados en estos sistemas que los impactos observados en los sistemas naturales.

En síntesis, bastaría con los cambios observados para mover a los gobiernos, organizaciones sociales y comunidades a la acción.

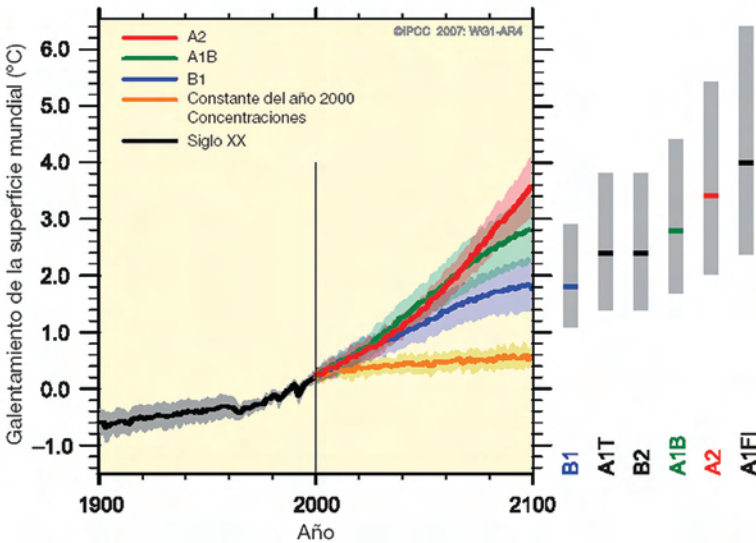
### *Lo incierto en lo observado*

El sistema climático es altamente complejo (Gay, 2003). Aún no se tienen —y seguramente por mucho tiempo no se tendrán— los modelos climáticos que simulen con absoluta precisión el comportamiento de la atmósfera, los océanos, los continentes, la llamada biosfera, y los cuerpos de hielo y nieve. Todos esos componentes del sistema climático interactúan entre sí a diferentes escalas espaciales y temporales, elevando con ello la complejidad del problema.

Además, existen áreas del conocimiento en los estudios climáticos de los que aún se sabe poco (figura 4) y de los que no se ha podido concluir si hay cambios significativos en ellos debido al calentamiento observado.

Así, el nivel del conocimiento científico es bajo, o medianamente bajo, acerca del efecto del vapor de agua producido a partir del metano en la estratosfera (digamos por encima de los 10 kilómetros de altura) sobre el clima. También hay proble-

Medias multimodelo y rangos evaluados del calentamiento de la superficie.



**Figura 4.** Las líneas sólidas denotan las medias del calentamiento mundial obtenidas con múltiples modelos (con respecto a 1980–1999) para los escenarios A2, A1B y B1, mostrados como continuación de las simulaciones del siglo XX. El sombreado denota el intervalo de la desviación estándar+1 de las medias anuales de los modelos individuales. La línea color naranja representa el experimento donde las concentraciones se mantuvieron constantes en los valores del año 2000. Las barras grises de la derecha indican la mejor estimación (línea sólida en cada barra) y el rango probable evaluado de los seis escenarios de referencia del IE-EE. La evaluación de la mejor estimación y de los rangos probables en las barras grises incluyen MCGAOS en la parte izquierda de la figura y los resultados de una jerarquía de modelos independientes y las limitaciones de la observación (IPCC-WGI, 2007: 14).

mas en incluir el efecto de los aerosoles producidos por acciones humanas, así como la cubierta de carbón—hollín— sobre las superficies nevadas. En cuanto a los procesos naturales que aún faltan por entender bien, se encuentran el papel de las nubes—altas y bajas—, y los cambios en la radiación solar.

Por otra parte, no pueden aún obtenerse conclusiones definitivas en cuanto a lo que está sucediendo en el Polo Sur. Las

variaciones en la extensión del hielo en el Antártico continúan presentando variaciones interanuales —estacionales—, y localizadas en algunas regiones, pero sin una tendencia estadísticamente significativa. También no hay suficiente evidencia para determinar la existencia de tendencias en la circulación meridional de retorno (CRM) de los océanos mundiales —que permite, por ejemplo, que en Holanda se puedan cultivar tulipanes, a pesar de que por su latitud debería estar con temperaturas muy bajas—, o de fenómenos a pequeña escala, tales como, tornados, granizo, relámpagos, y tormentas de polvo.

### *Lo incierto en lo proyectado*

Los pronósticos que se hacen del estado de la atmósfera, que se llama estado del tiempo, no pueden rebasar los 10 días o un par de semanas, a lo sumo. Se dice que el sistema climático es un sistema complejo y caótico (Pexioto y Ort, 1993), lo que no implica que no se pueda describir ni predecir su estado, más bien significa que al estado futuro de ese sistema complejo y caótico sólo lo podemos describir con probabilidades. Seguramente hemos escuchado descripciones como “hoy hay un 60% de probabilidad de que se presenten lluvias intensas por la tarde”. Sin embargo, nunca se escuchará algo como “en 35 días va a llover por la tarde”. No se tiene la capacidad para hacer predicciones tan lejanas de este sistema, que por lo complejo y caótico es muy inestable.

En cuanto al clima, se dice que el mejor pronóstico es el que se basa en el clima observado (Garduño, 1995; Gay, 2003). Para construirlo, requerimos varias decenas de años de datos del estado del tiempo, para poder saber, en promedio, cuál es el clima esperado en un cierto tiempo y lugar. Así, los que vivimos en una región por más de 10 años sabemos qué vestir y para qué prepararnos en invierno o en verano, por ejemplo. Además de lo esperado, los climatólogos cuentan con estudios detallados de lo que los llamados “forzantes” pueden provocar al clima. El fenómeno de gran escala que es el forzante preferido por los climatólogos en la actualidad es el fenómeno de El Niño (cuyo nombre completo es El Niño/Oscilación del Sur, o ENOS) y que puede forzar las condiciones climáticas esperadas por un periodo de un año o año y medio, después del cual el sistema

puede regresar a sus condiciones normales (de ahí lo de oscilación). Gracias a una larga trayectoria de estudios, sabemos en México que un evento fuerte de El Niño puede provocar en el país fríos intensos y lluvias inesperadas durante el invierno, mientras que en el verano es posible esperar calores extremos y sequías intensas (Magaña, 1999). También se están estudiando fenómenos cuyas oscilaciones duran más que la de El Niño, como la llamada Oscilación Decadal del Pacífico (Lipsset, 2000).

Existen otros eventos naturales que afectan al clima —y que son también forzantes de éste. Por ejemplo, las erupciones volcánicas bloquean la entrada de la radiación solar, lo que lleva a que en periodos de meses tengamos temperaturas por debajo de lo normal.

De más largo periodo, se han documentado los cambios en la distribución de la energía que proviene del Sol (por cambios en la órbita terrestre, por ejemplo), o por cambios en la composición atmosférica del planeta y que nos permiten explicar el clima del pasado (Uriarte, 2003).

Este último punto es importante: cambios en la composición atmosférica por fenómenos naturales en el pasado de este planeta han provocado cambios en la temperatura global, y en general en el clima terrestre.

Ningún modelo climático, por sencillo que fuera, podría suponer aumentos en los gases de efecto invernadero y no concluir que el planeta —fuera éste la Tierra, Marte o Venus— conservaría su temperatura global inalterable (Conde, 2010).

Así, ¿podemos pronosticar el clima, por ejemplo, para el 2020?

### *Lo incierto en el clima futuro*

No hay manera de hacer pronósticos para el clima del 2020 al 2100. Las fuentes de incertidumbre no sólo provienen del aún limitado conocimiento que tenemos del sistema climático. También provienen del hecho de que el cambio climático observado depende del uso que le demos en el futuro a los combustibles fósiles, de las tasas de deforestación, de las tendencias en cambio en el uso del suelo, además, y asociado a ello, del crecimiento poblacional, de los cambios en las economías globales y regionales, por citar algunos fenómenos sociales y económicos que determinarán la composición atmosférica futura.

Asimismo, entre más nos alejemos en el tiempo, digamos 2100, los mejores modelos climáticos con los que se cuenta empiezan a divergir en sus proyecciones, aunque utilicen los mismos fundamentos de la física y química atmosférica. El problema se agrava si lo que se quiere es saber del clima futuro en regiones o localidades reducidas. Por ejemplo, la pregunta ¿lloverá más en el 2030 en el patio de mi casa? no tiene aún respuesta científica válida.

Estas incertidumbres, que no son ignorancia, impiden, por tanto, hacer pronósticos climáticos tan a largo plazo. Sin embargo, para estudiar los posibles impactos futuros de un clima cambiante, así como las regiones y sectores más vulnerables a ese cambio, los científicos han construido lo que se denomina “escenarios climáticos”. Para generarlos se utilizan los modelos más avanzados: los Modelos de Circulación General Acoplados al Océano (AOGCMS). Estos escenarios requieren de diferentes “futuros” de emisiones, dependiendo de diferentes trayectorias socioeconómicas globales y regionales: se les denomina también “escenarios” de emisiones (llamados B1, A1T, B2, A1B, A2 y A1FI, cuyas definiciones se explican en la tabla 1). Con esas emisiones, se proyectan los cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero —que son un abanico de posibilidades—, y por tanto, se pueden hacer también “escenarios” de cambios en las temperaturas globales (figura 4), el aumento del nivel del mar, y los deshielos en las diferentes regiones planetarias.

Mediante esos escenarios, los modelos climáticos (AOGCMS) proyectan un aumento en la temperatura global entre 1.8°C a 4°C (recordar que el calentamiento observado es de 0.74°C), aunque podría ser más (IPCC-WGI, 2007). De igual manera, se considera que el aumento de nivel del mar podría ser entre 18 a 59 cm (lo observado hasta ahora: de 6 a 10 cm), aún si se estabilizan las concentraciones de CO<sub>2</sub>. En cuanto al hielo marino del Ártico, se proyecta que éste puede desaparecer por completo durante el verano para finales de este siglo.

Otras proyecciones que preocupan son el aumento en las ondas de calor —que pueden ser más intensas y más frecuentes—, mayores inundaciones en las costas, mayor intensidad en las sequías, así como tormentas tropicales y huracanes más intensos.

**Tabla 1.** Los escenarios de emisiones (SRES).

<i>Escenario</i>	<i>Descripción</i>
A1	Rápido crecimiento económico, el crecimiento poblacional alcanza su máximo para mediados del siglo XXI, los mecanismos de mercado dominan la economía. Subdivisiones: <b>AIFI:</b> dependencia en combustibles fósiles; <b>AIT:</b> dependencia en combustibles no-fósiles; <b>AIB:</b> dependencia balanceada de fuentes de energía.
A2	No dependencia económica regional, conservación de identidades locales, aumento continuo en la población, crecimiento económico a nivel regional
B1	Uso de tecnologías limpias y eficientes, reducción de consumo material, soluciones globales a problemas económicos y medioambientales, mejor distribución de la riqueza, el crecimiento poblacional alcanza su máximo para mediados del siglo XXI
B2	Soluciones locales a problemas económicos y medioambientales; crecimiento poblacional menor que A2; menor cambio tecnológico que en B1 y A1.

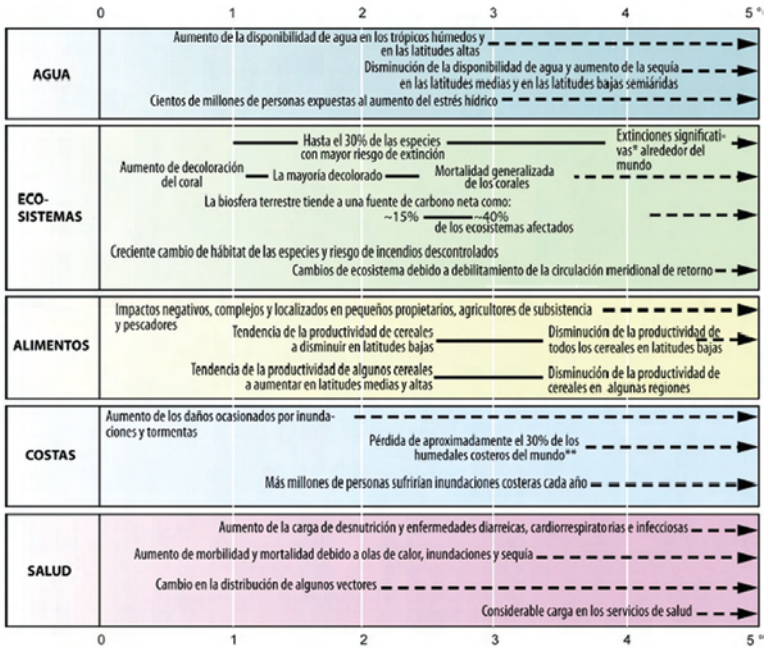
Fuente: Nakicenovic *et al.*, 2000.

### *Impactos potenciales del cambio climático*

A futuro, se proyectan intensificaciones de esos impactos observados que afectarán muy probablemente a los diferentes sistemas y sectores productivos humanos. Los posibles efectos dependerán de cuánto aumente la temperatura global (figura 5), y de cómo cambiarán los patrones de lluvia. Pero también dependerán de las políticas de adaptación que los países desarrollen ante ese problema ambiental global. Se considera entonces que el cambio climático es el problema ambiental más importante de este siglo y urge el diseño de estrategias para afrontarlo.

Para el caso de América Latina (Magrín *et al.*, 2007), algunos sectores y sistemas serían especialmente vulnerables. Es muy probable que los recursos hídricos se vean disminuidos (entre el 10% y 30%) en regiones de latitudes medias y en el trópico húmedo; los ecosistemas experimentarán pérdida de especies (entre un 20% al 30% de las especies estudiadas en riesgo de extinción). Las costas están amenazadas por un aumento en el nivel del mar, lo que conduciría a una pérdida del suelo costero

Cambio de la temperatura media mundial  
con respecto a 1980-1999 (°C).



**Figura 5.** Ejemplos ilustrativos de los impactos mundiales de los cambios climáticos previstos (y el dióxido de carbono a nivel del mar y atmosférico cuando es relevante) asociados a las diferentes cantidades de aumento de la temperatura media global en superficie en el siglo XXI. Las líneas negras vinculan los impactos, las líneas discontinuas con flecha indican los impactos que continúan con el aumento de la temperatura. Las entradas están situadas de tal modo que a la izquierda del texto indican el comienzo aproximado de un impacto dado. Las entradas cuantitativas sobre la escasez de agua y sobre las inundaciones representan el impacto adicional del cambio climático en relación con las condiciones previstas en la serie de escenarios de emisiones. En estas estimaciones no se incluye la adaptación a los cambios climáticos. Todas las entradas proceden de estudios publicados presentados en capítulos del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-WGII 2007). Los niveles de confianza de todas las afirmaciones son elevados.

\* La significación se define aquí como más del 40%.

\*\*Basado en un aumento del nivel del mar medio de 4.2 mm/año de 2000 a 2080.



y un incremento en el riesgo de inundación para millones de personas para finales de siglo. Además, se incrementan los riesgos asociados a la salinización de las aguas continentales por intrusión salina.

Si se presenta un aumento global menor de 3 °C, es probable que la productividad agrícola se incremente en latitudes altas. En latitudes bajas, los decrementos en esta productividad se pueden dar aun con cambios locales de temperatura menores (entre 1 °-2 °C). Si se presenta un aumento superior a los 3 °C de incremento en la temperatura global, es probable que la productividad disminuya en la mayoría de las regiones del planeta.

En cuanto al caso de México, los estudios más recientes sobre los posibles impactos del cambio climático se realizaron en el marco de la Cuarta Comunicación de México ante el Cambio Climático. Esta Comunicación es entregada por México a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). Los resultados de estos estudios pueden encontrarse en la página del Centro de Ciencias de la Atmósfera ([www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)).

Para realizarlos, primero se elaboraron las bases de datos de las variables básicas (temperaturas medias, máximas y mínimas, y de precipitación), que pudieran ser utilizadas por los expertos en los sectores de agricultura, ganadería, forestal, recursos hídricos, pesquerías, así como en los estudios de asentamientos humanos y biodiversidad (Conde *et al.*, 2008).

Posteriormente, se realizaron reuniones de trabajo y talleres con esos expertos, con el fin de generar escenarios de cambio útiles para esos estudios. Esa versión de los escenarios de cambio climático está disponible en la página del CCA. El tema de la generación de escenarios es un tema de investigación en sí, y que prácticamente se está actualizando día con día. Sin embargo, es fundamental tener evaluaciones de cómo se verían afectadas las diferentes regiones y los diferentes sectores del país ante el cambio climático.

Por ello, se tienen que construir escenarios útiles para los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación, y éstos a su vez han se han ido actualizando desde la Primera a la Cuarta Comunicación Nacional.

En esa última Comunicación, los resultados para la producción de maíz en México muestran una reducción neta de la superficie apta para el cultivo de maíz de temporal y reducción

de rendimientos en algunas regiones del país. Esto es consistente con lo obtenido para las anteriores Comunicaciones Nacionales.

También se verían seriamente afectados los recursos hídricos —de por sí escasos—, la ganadería, las pesquerías, y los recursos forestales y la biodiversidad en el país. Asimismo, aumentaría la probabilidad de presentarse temperaturas extremas en las grandes ciudades de nuestro país ([www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)).

De los estudios anteriores y actuales se desprende que México es un país sumamente vulnerable al cambio climático, prácticamente en todas sus regiones, y en todos sus sectores productivos de interés.

*Ante lo inequívoco, lo proyectado y lo incierto, ¿qué acciones tomar?*

Las respuestas para combatir el cambio climático se denominan mitigación y adaptación. Son respuestas que implican la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero —mitigación—, y las medidas y estrategias para enfrentarlo —adaptación.

A nivel internacional se requiere que la llamada Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático logre finalmente los acuerdos y protocolos que comprometan a los países a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Esto debe involucrar principalmente a los grandes emisores —como Estados Unidos— para garantizar la equidad en esos esfuerzos.

Por otra parte, esas respuestas se tienen que dar en el contexto de las incertidumbres frente al cambio climático, fundamentalmente porque éste ya está ocurriendo, y se están dando impactos en todos los continentes y océanos de nuestro planeta. Esto se denomina “principio precautorio”, en el que se considera que las acciones actuales pueden provocar mucho menores pérdidas económicas y humanas que las que se podrían tener a futuro.

Por supuesto, para establecer esas acciones se requieren cambios profundos en los procesos, prácticas y estructuras sociales. Difícilmente las soluciones se encontrarán en algunos avances tecnológicos, más bien, se tienen que ligar las acciones de mi-

tigación y adaptación con tipos de desarrollo más sustentable y equitativo.

Hay que destacar también que, en general, hay y habrá límites, costos y barreras para su aplicación. Por lo que es urgente establecer estrategias de largo plazo para reducir la vulnerabilidad actual y aumentar las capacidades adaptativas de los grupos sociales y comunidades que ya están siendo afectadas, que podrían serlo mucho más si no participan en el diseño y aplicación de esas estrategias.

En cualquier caso, para la toma de decisiones, se requiere información de buena calidad sobre los impactos que están ocurriendo, y sobre la localización de grupos y sistemas afectados. También se necesita la identificación y la evaluación de adaptaciones existentes y posibles, así como bases para comparar y priorizar respuestas de adaptación y mitigación. Éstos son temas de investigación prioritaria en el país, que seguramente se retomarán en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC.

### Bibliografía

- Conde, C. 2010. *México y el Cambio Climático Global. Rumbo a la COP16*. Tercera Reimpresión. SEMARNAT-UNAM.
- , C. Gay (coords.). 2008. F. Estrada, A. Fernández, F. López, M. Lozano, V. Magaña, B. Martínez, O. Sánchez, J. Ramírez, J. Zavala, D. Zermeño. 2008. *Guía para la Generación de Escenarios de Cambio Climático Regional*. Primera Versión. Noviembre. Reporte Final del proyecto. 105 pp. [http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/documentos/reportes\\_cuarta\\_comunicación/Escenarios/Guia\\_escenarios.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/documentos/reportes_cuarta_comunicación/Escenarios/Guia_escenarios.pdf). [consultado 26/2/2009].
- Garduño, R. 1995. *El Veleidoso clima*. Colección La Ciencia desde México, núm. 127, Fondo de Cultura Económica.
- Gay, C. 2003. *La Atmósfera*. Biblioteca Juvenil Ilustrada. Editorial Santillana.
- IPCC-WGI. 2007. Resumen para Responsables de Políticas. En: *Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. enhen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), Cambridge Uni-

- versity Press, Cambridge, Reino Unido. <http://www.ipcc.ch/> [consultado 7/7/2008]
- IPCC-WGII. 2007. "Resumen para Responsables de Políticas". En: *Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. [<http://www.ipcc.ch/> consultado 7/7/2008]
- Lipsset. L. 2000. "Beyond El Niño". *Sci. Am.* **11**(1), pp. 76-83.
- Liverman, D. 2007. "From Uncertain to Unequivocal. The IPCC Fourth Assessment Report on the Physical Science Basis of Climate Change". *Environment* **49** (8), pp 36-39.
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T. Y. Jung, T. Kram, E. L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, Z. Dadi. 2000. *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Magaña, V. (ed.). 1999. *Los Impactos de El Niño en México*. México. UNAM, IAI; SG. 228 pp. [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/eL\\_nino/index.htm](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/eL_nino/index.htm) [consultado 3/3/2007].
- Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J. C. Giménez, A.R. Moreno, G. J. Nagy, C. Nobre y A. Villamizar. 2007. *Latin America. Chapter 13 in Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK. Cambridge University Press: 581-615.
- Pexioto, J. P., A. H. Oort. 1993. *Physics of Climate*. American Institute of Physics. Nueva York.
- Rosenzweig, C., G. Casassa, D.J. Karoly, A. Imeson, C. Liu, A. Menzel, S. Rawlins, T.L. Root, B. Seguin, P. Tryjanowski, 2007: Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*

*on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Uriarte, A. 2003. *Historia del Clima de la Tierra*, Editorial Vitoria Gasteiz.



# Eventos extremos, cambio climático y vulnerabilidad en México y Baja California Sur

*Manuel Ángeles y Alba E. Gámez*

## *Introducción*

La aceptación de que el cambio climático no es sólo una amenaza futura sino un fenómeno actual (Sharma, 2007; Australian Greenhouse Office, 2005; BOFK, 2003) ha conducido a que este tema sea objeto de atención intergubernamental. Así, en su IV Informe de Evaluación, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) concluye “que el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como lo evidencian los aumentos en las temperaturas medias globales, el derretimiento del hielo en el Ártico, y el aumento en el nivel del mar; más aún, se espera que estas tendencias sean más intensas” (UNFCCC, 2008). Los efectos de esos fenómenos se han sentido en México, como muestran la gran intensidad y los efectos de huracanes y ciclones en las costas del Pacífico, del Golfo de México y del Caribe, mismos que frecuentemente penetran cientos de kilómetros tierra adentro dejando enormes pérdidas materiales. Evidencia adicional son las frecuentes e intensas olas de calor y sequía en la región norte del país, frentes fríos en el norte y el centro, lluvias torrenciales en los estados del centro, noreste y sur, seguidos de vastas áreas inundadas que afectan a miles, y aún millones, de personas; eventos que muchos atribuyen al cambio climático, tanto de origen cíclico como antropogénico.

Como ya se ha señalado, “México, como muchos países en desarrollo, es potencialmente muy vulnerable a los cambios económicos causados por el cambio climático global. Está localizado en una región que es muy susceptible a variaciones significativas en los patrones climáticos y temperaturas, y la falta de riqueza obstaculiza el financiamiento de políticas efectivas de adaptación al cambio climático” (IPCC, 2001 citado en Boyd e Ibarraran, 2008). Desafortunadamente, este comentario también es cierto en el caso del estado de Baja California Sur.

### *Antecedentes: la vulnerabilidad de México ante eventos extremos*

Como es sabido, México cubre un área poco menor a dos millones de kilómetros cuadrados y dispone de una amplia variedad de zonas climáticas. Hacia el norte de la región de la Ciudad de México y hasta la frontera con Estados Unidos, el clima es de tibio a caliente, y de seco a muy seco la mayor parte del año (siendo la excepción la temporada de huracanes, en el otoño). La región central occidental es generalmente templada, subtropical, con una temporada de lluvia en el verano, al igual que en la Ciudad de México. A lo largo del Golfo de México y en la Península de Yucatán el clima tiende a ser caliente y húmedo, con inundaciones frecuentes por las lluvias en el verano y los huracanes en el otoño. La mayor parte de la población del país vive en las regiones tanto central, norte y noroeste, que se caracterizan por la escasez de agua.

Varias instituciones internacionales, como el Programa de Estudios por País de Estados Unidos (USCSP), el Programa del Medio Ambiente de Naciones Unidas (UNDP), así como el gobierno canadiense, han financiado estudios relacionados con el medio ambiente y el cambio climático en países en desarrollo, incluyendo la vulnerabilidad provocada por el cambio climático y la evaluación de las estrategias de mitigación y adaptación; temas que han sido también resaltados por otros autores (Heltberts *et al.*, 2008). En México, el organismo encargado de planear, coordinar y evaluar la investigación sobre cambio climático y sus efectos es el Instituto Nacional de Ecología (INE). Asimismo, investigadores del Centro de Estudios Atmosféricos (CEA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de otros lugares del país han estudiado el impacto del cambio climático sobre diversos sectores de la sociedad, economía y medioambiente de México (Gay, 2000; Conde *et al.*, 2008).

Se espera que el cambio climático tenga grandes impactos medioambientales y socioeconómicos en México. Para evaluar esos impactos, el equipo de investigadores que coordina Gay analizó los efectos de una duplicación de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Al adaptar dos modelos de predicción medioambiental (el modelo Canadiense de Cambio Climático) y el modelo del Laboratorio de Dinámica de Fluidos Geofísicos (GPFDL-R30) a las condiciones mexicanas, encontraron



que habrá variaciones significativas en los patrones generales de precipitación y de captación hídrica; habrá menos recarga de acuíferos, más días despejados y mayor desertificación. Así, la vulnerabilidad de México en relación con el cambio climático es evidente aunque, como advierten Magaña *et al.*, (1997), “es extremadamente difícil predecir la dirección de los cambios [climáticos, pero] tendrán un efecto significativo en la temporada de lluvias en México”.

El estudio de caso para México señala que la cubierta forestal se reducirá en 50% por los efectos del cambio climático y estima que la temperatura en la zona de bosques será la más afectada. Las áreas costeras serían amenazadas por los aumentos en el nivel del mar, la intrusión salina en los acuíferos, y tormentas que afectarían incluso a regiones alejadas de la costa. Inundaciones (paradójicamente) y la carencia de agua podrían limitar los sectores industrial y de energía, mientras que la agricultura de temporal, en particular el maíz en el norte, podría reducirse aún más. El estudio también incluye las implicaciones directas del cambio climático para la población en general, como la escasez de agua, el aumento de cierto tipo de enfermedades, la migración interna, y el crecimiento poblacional y su concentración en un puñado de centros urbanos, que ya enfrentan estrés medioambiental, como Tijuana, Ciudad Juárez, Monterrey, Cancún y Cabo San Lucas y, desde luego, la Ciudad de México.

### *Eventos climáticos extremos en México*

Tanto sequías como inundaciones son eventos extremos comunes alrededor del mundo, mismos que parece se incrementarán en el futuro. De acuerdo con John Holmes, Subsecretario General y coordinador del fondo de emergencia de Naciones Unidas, “cualquier visión creíble del futuro debe reconocer que las necesidades humanitarias están aumentando. El cambio climático será el principal agente. Nueve de cada diez desastres están ahora relacionados con el cambio climático. El número de desastres registrados anualmente se ha duplicado de 200 a más de 400 en las últimas dos décadas..., así que bienvenidos al

nuevo [escenario] normal de clima extremo” (Holmes, 2008).<sup>1</sup> Holmes nos recuerda que ni los pobres ni los ricos están exentos de los efectos del cambio climático, e insiste en que la naturaleza no es el problema, sino que lo somos nosotros. En la misma línea, Boyd e Ibararán señalan que los eventos de precipitación extrema se han vuelto más comunes, y las tormentas tropicales más devastadoras (Boyd e Ibararán 2008: 4). Los autores resaltan que tales eventos extremos pueden tornarse en desastres si ocurren donde hay poblaciones vulnerables, ecosistemas e infraestructura frágiles, y altos niveles de actividad económica (énfasis nuestro). Usando datos del Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas, Boyd e Ibararán sostienen que 10% de la población mexicana (casi 11 millones de personas) viven en áreas donde el riesgo de mortalidad por factores medioambientales es alto (Boyd e Ibararán, 2008: 4).

México es especialmente vulnerable por un conjunto de razones. Primero, su ubicación: el país cubre 17 grados de latitud (de 32 grados norte a 15 grados sur), y esto incluye una amplia variedad de subclimas, así como una mayor probabilidad de ser tocado por huracanes, ciclones y tormentas de viento, con frecuencia seguidos de inundaciones. Temperaturas extremas son comunes también en esa zona, como es la actividad sísmica, especialmente en la región centro-occidental. Esta situación se agrava por los altos niveles de pobreza en México (50 a 60% de la población, dependiendo de la fuente), y su sesgada distribución del ingreso.

Boyd e Ibararán (2008) ofrecen datos sobre desastres naturales en México desde 1929 a 2005 con referencia a sequías, terremotos, epidemias (que incluyen diarrea/cólera y dengue). De acuerdo con esos autores, hubo cerca de 6.8 millones de personas afectadas por esos fenómenos, una cifra increíblemente baja. Aunque se centran en las sequías, es notorio que los culpables están en otro lado: sus números muestran que los huracanes afectaron a 2.5 millones (38% del total), seguidos de tormentas de viento (huracanes) con 34%, y por inundaciones con 22%. Pero el número de personas afectado por los desastres en

<sup>1</sup> Los eventos extremos no son, desde luego, nuevos, pero han recibido una atención mayor debido a su frecuencia e intensidad crecientes en muchas partes del mundo.

México es mucho más grande que el mostrado ahí, y es necesaria más investigación en esa materia.

De acuerdo con los autores arriba mencionados, las sequías afectaron sólo a 68 mil personas, pero causaron daños por 1.6 mil millones de dólares; mientras, los terremotos, incluyendo el de 1985 que devastó a la Ciudad de México, sólo costaron 77 millones de dólares. Por otra parte, los deslaves son reportados en términos de pérdida de vidas humanas pero no en la escala económica. Para ser justos, Boyd e Ibarraran pretenden aplicar un modelo de equilibrio general computable para medir los impactos de la sequía en la economía mexicana y no sus efectos humanos o sociales. Sin embargo, ese esfuerzo podría usarse para análisis más comprehensivos.

Del lado de las pérdidas económicas, los huracanes son los eventos más recurrentes (véase tabla 1): tres de ellos fueron especialmente devastadores el año 2005. En particular, sobre la situación de Quintana Roo, donde se ubica Cozumel como el más importante centro turístico de la región (véanse los trabajos en Palafox y Fraustro, 2008, respecto de infraestructura y empleo). Sin embargo, las pérdidas en términos humanos rebasan por mucho las pérdidas económicas inmediatas: las instalaciones productivas pueden repararse en un tiempo relativamente corto, pero la de una casa y la propiedad familiar suele afectar proporcionalmente más a la población en su conjunto (especialmente en las zonas rurales) en un grado mayor al que lo hace a la industria, o a los centros urbanos. Generalmente los grupos sociales más pobres han tendido a soportar los costos humanos y económicos mayores, dado que habitan áreas más riesgosas (Pérez, 2008: 100-102) y carecen de seguros o de otros recursos para recuperarse financieramente.

Más aún, como señalan Boyd e Ibarraran, tanto las sequías como las inundaciones serán los eventos climáticos extremos más relevantes en México dado que afectan directamente la producción de alimentos, y los segmentos más pobres de la población son los que más resienten sus efectos.

En 2026 se estima que el PIB mexicano caerá de 1,220 mil millones de dólares (mmd) a 1,180 mmd bajo el supuesto de una sequía prolongada y pronunciada, lo que significaría una pérdida de 3% del PIB; el escenario 2 (“adaptación”) sería de 0.33% de crecimiento. El superávit de la balanza de pagos caería en 26%. Un elemento curioso es que la distribución del ingreso sería

**Tabla 1.** Eventos climáticos extremos recientes en México, 1985-2007.

<i>Evento</i>	<i>Año</i>	<i>Costo estimado (millones de dólares)</i>
Inundaciones en Tabasco	2007	700
Huracán Wilma	2005	1,752
Huracán Emily	2005	302
Huracán Stan	2005	228
Huracán Isidore	2002	308
Huracán Kenna	2002	176
Huracán Juliette	2001	90
Huracán Pauline	1997	62
Huracán Gilbert	1988	567
Terremoto en la Ciudad de México	1985	473

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CNA), varios años.

más desigual: bajo el escenario 3 (larga sequía), el grupo de ingreso más bajo, con un ingreso de 4,193 dólares para el año base, sufriría una reducción de 1.12%; pero el que tiene un ingreso de 32,465 dólares (u ocho veces más grande que el primer grupo considerado) perdería sólo 0.54% de su ingreso. Holmes coincide en lo grave de ese escenario para los pobres: “si el cambio climático es el problema más fundamental, la crisis alimentaria mundial es el problema más inmediato...” (Holmes, 2008: 110).

Hernández (2003) ha encontrado que duplicar la cantidad de CO<sub>2</sub> significaría que 40% del país enfrentaría una severa y prolongada sequía. El agua disponible se reduciría, dado que los acuíferos se recargarían con menor frecuencia y en cantidades más pequeñas. La escasez de agua dispararía reacciones en cadena a través de la economía: la agricultura, la ganadería, los bosques y los ecosistemas serían afectados negativamente, así como algunas actividades que dependen de ellos, como el turismo. Aunque la sequía se sentiría en mayor medida en la agricultura y los bosques, también sufrirían los centros urbanos, particularmente por la falta de agua potable; y a eso habría que añadir la menor seguridad alimentaria ya existente en relación con algunos productos básicos.

## *Condiciones en Baja California Sur (BCS)*

La península de Baja California, una franja de 1,500 kilómetros de largo pero con sólo 100 kilómetros en su parte más ancha, es mayormente árida, con lluvias de invierno en el área de Tijuana, justo bajo San Diego, en la California estadounidense, y con una actividad anual de huracanes (y recientemente) de inundaciones en la parte sur de la península, donde se ubica el estado de Baja California Sur (BCS). BCS, con una extensión cercana a 74 mil kilómetros cuadrados, dos mil kilómetros de línea costera (un cuarto del total nacional) y una población poco menor a 600 mil personas (INEGI, 2005) es evidentemente vulnerable al cambio climático y sus efectos. La mayor parte de la población de la entidad vive a lo largo de las costas, de modo que los riesgos advertidos por Sharma (2007) son una preocupación real,<sup>2</sup> especialmente si se considera que los científicos reunidos en Copenhague han señalado que los aumentos en el largo plazo en el nivel del mar alcanzarán un metro o más, en lugar de los 18-50 centímetros antes predichos por el IPCC (2007).

Como se indica en la tabla 2, los huracanes y las subsecuentes inundaciones son los eventos de mayor importancia relacionados con el clima en BCS. El clima subtropical del estado, así como que éste se encuentre en el camino de los huracanes del Pacífico, asegura que la península sea la más afectada por las tormentas tropicales y por los ciclones que casi cualquier otra parte del país, con excepción del Caribe y el Pacífico suroeste.

Con el tiempo, se han tomado precauciones para evitar el número de muertes pero, en general, ocurren fatalidades. Los efectos de los huracanes, las inundaciones y otros fenómenos en el turismo, la actividad económica principal en el estado (cerca de 40% del PIB) son claramente negativos. El crecimiento de la población provocado por el turismo (cerca de 2 millones de visitantes al año, o cuatro veces la población local) y la especulación de bienes raíces han llevado a la creación de cinturones de miseria y de marginación, especialmente en el municipio de Los Cabos. Al mismo tiempo, el medioambiente está siendo afectado por el cambio climático y sus efectos, sean naturales

<sup>2</sup> En un anexo, Sharma ofrece ejemplos de las herramientas disponibles para el manejo de riesgos relacionados con el clima en diferentes comunidades.

**Tabla 2.** Huracanes en BCS, 1918-2007.

<i>Nombre</i>	<i>Año</i>	<i>No. de muertes</i>
Henriette	2007	1
John	2006	5
Paul	2006	2
Ignacio	2003	2
Marty	2003	5
Juliette	2001	2
Isis	1998	0 – 18
Nora	1997	2
Fausto	1996	1
Ismael	1995	0 – 57
Flossie	1995	2
Liza	1976	435-600+
Pauline	1968	4-5
Sin nombre	1918	25

Fuente: Wikipedia n.d. Consultado: 10 agosto de 2010.

o de origen antropogénico. La identificación de regiones, grupos, sectores y poblaciones en condiciones de vulnerabilidad, y las recomendaciones que surjan de ésta, son de enorme importancia socioeconómica y medioambiental para BCS.

Como ocurre para la nación en su conjunto, no hay duda de que BCS ya enfrenta los efectos del cambio climático. Por ello, es importante contar con modelos de cambio climático que midan los impactos. Aunque hacen falta estimaciones precisas, para BCS se esperan las siguientes posibilidades, basadas en el IV Reporte Anual del IPCC, así como en resultados obtenidos por académicos que trabajan en universidades e instituciones de investigación en el estado.

- Un incremento anual en la temperatura entre 0.4 y 2.0 grados centígrados hasta 2030, y entre 1.0 a 6.0 grados centígrados hasta 2070.
- Olas de calor más intensas y frecuentes.
- Mayor recurrencia de eventos tipo El Niño, con un ciclo más pronunciado de sequía alternado con inundaciones.
- Reducciones en la precipitación en la parte sur del estado,

y un aumento correspondiente en la lluvia en los municipios del norte.

- A pesar de lo anterior, habría huracanes más frecuentemente y con mayor intensidad.
- Mayor riesgo de inundaciones, tanto en zonas urbanas como rurales.
- Mayor daño a edificios, a hogares, y a los sistemas de electricidad, agua y drenaje.
- Cambios en las zonas costeras, elevación del nivel del mar, y alteraciones en las corrientes y flujos de agua.
- Cambios graves en las cantidades de materia básica oceánica, que lleve a un decremento de las especies nativas y migratorias, y a una menor biodiversidad.
- Impactos negativos en las actividades económicas principales del estado: turismo, agricultura, minería y pesca.
- Impactos adversos en los flujos de población, tanto hacia el estado como dentro de él.

El último punto merece atención especial. En los últimos 15 años, BCS ha caído del cuarto al noveno lugar en el listado de estados en términos del ingreso per cápita. Aunque el crecimiento del PIB fue más rápido que el promedio nacional, el crecimiento de la población lo fue aún más: el municipio de Los Cabos aumentó de 20,000 personas en 1980 a 164,000 en 2005, mayormente por la inmigración. Otros indicadores de bienestar, como la esperanza de vida y la educación, han permanecido altos en comparación con los (más bien bajos) estándares nacionales, pero aún para esas mediciones aquéllos muestran una tendencia a la baja, de nuevo, especialmente en Los Cabos.

### *Hacia una agenda de investigación sobre vulnerabilidad humana relacionada con el cambio climático y sus efectos*

Es común señalar que el cambio climático no puede entenderse aisladamente, sino como un conjunto de elementos como los arriba enlistados, entre otros. Al mismo tiempo, la literatura sobre cambio climático insiste que las poblaciones ricas deben cambiar sus estilos de vida si se espera que sobreviva el planeta. De acuerdo con las mediciones de la Huella Ecológica, requeriríamos de 7 a 9 planetas Tierra si siguiéramos los patrones de

consumo de las clases media y alta de Estados Unidos. Este reconocimiento implica que nuestras futuras extracciones de un lugar finito (nuestro planeta), enfrenta leyes inexorables: la de Malthus relacionada con el crecimiento de la población<sup>3</sup> y la termodinámica.<sup>4</sup>

Aún con soluciones de largo plazo con respecto a los gases invernadero, es necesario actuar a nivel local e identificar los impactos del cambio socioeconómico y demográfico en esa escala. El ambiente socioeconómico puede influir y condicionar (o no)

---

<sup>3</sup> En su ensayo sobre el principio de población publicado en 1798, Thomas Robert Malthus desarrolló la teoría de que la población crecía más rápidamente que los recursos para alimentarla, por lo que el mundo enfrentaría una progresiva pauperización de la población. Se ha argumentado que el control de la tasa de natalidad y la gasificación de la producción alimentaria han conjurado ese escenario, pero la escasez de alimentos en muchos de los países en desarrollo ha renovado la pertinencia de revisar a Malthus con menos desdén.

<sup>4</sup> El vocablo termodinámica originalmente tenía que ver con el estudio del calor, pero modernamente se refiere al estudio de cualquier transformación de la energía. La energía viene a ser definida de muchas maneras, pero en la Física tiene un significado muy concreto, en términos de “trabajo” (Work). Se realiza trabajo —siempre en términos de la física— cuando una fuerza (F) mueve a un cuerpo a lo largo de una distancia (d). Por tanto, el trabajo se define como fuerza multiplicada por distancia. A la vez, la energía se define como la capacidad de realizar trabajo, por lo que Energía y Trabajo son equivalentes, es decir: Energía = Trabajo =  $F \times d$ .

Hay cuatro leyes de la termodinámica. La ley de la entropía fue la primera en reconocerse; esta Primera Ley (década de 1850) se expresa popularmente como “la energía y la materia se conservan”, o bien, “ni la energía ni la materia pueden crearse, sólo transformarse”. Esto implica que las cantidades de materia y energía existentes en el universo en 2010, son las mismas de hace 14 mil millones de años, cuando se creó el Universo en el Big Bang. La Segunda Ley (Entropía) dice que si bien la energía se conserva en todo proceso, la distribución de la energía cambia de manera irreversible; así, la Segunda Ley trata de la dirección natural del cambio en la distribución de la energía, lo que es independiente de la cantidad de energía. Coloquialmente esta ley se expresa como que “todo en el Universo tiende a pasar del orden (baja entropía) al caos o desorden (alta entropía)”. La Tercera Ley trata de las propiedades de la materia a temperaturas muy bajas. Finalmente, la cuarta, la Ley Cero de la termodinámica (de 1931) se refiere a la posibilidad de definir el significado de “temperatura”, lo que para nuestros efectos es simplemente una precisión del concepto de que algo es “caliente” (Atkins, P. W. 1994: 8-9).



la resiliencia<sup>5</sup> (o su falta) de los grupos afectados y sus poblaciones, y sus respuestas a las estrategias de prevención mitigación y adaptación al cambio climático (University for Peace, 2007).

Como se sugirió anteriormente, se ha realizado una investigación escasa en torno a la vulnerabilidad humana en comparación con la contraparte medioambiental o económica. Una contribución a la resolución de lo anterior ha sido la realización de planes estatales de acción contra el cambio climático (PEACC) en las diferentes entidades mexicanas. Sin embargo, su desarrollo ha sido desigual y lento. En el caso de Baja California Sur ese proceso está por iniciar, y tiene como eje el análisis de: *a*) los efectos de eventos extremos relacionados con el cambio climático sobre la capacidad de población afectada, para continuar con sus actividades productivas y sociales normales; y, *b*) las interacciones entre cambio climático, riesgos por eventos extremos, adaptabilidad, y vulnerabilidad. Ésta es una tarea esencial, toda vez que si los desastres naturales son pensados comúnmente como “actos de la naturaleza”, el hecho es que las vulnerabilidades social y humana pueden convertir una calamidad en un desastre. La pobreza es un factor de gran significación, que aumenta enormemente la vulnerabilidad y reduce el alcance de acción para las poblaciones locales. Se estima que 94.25% de las muertes causadas por desastres entre 1975 y 2000, involucró personas de ingreso bajo o medio-bajo. Aunque es cierto que la vulnerabilidad es mayor donde la marginalización es más cruda, dista de no existir en BCS.

La investigación sobre la vulnerabilidad es, en mucho, relativamente reciente en los círculos académicos mexicanos y (teórica y metodológicamente) ha sido usada principalmente desde la perspectiva de su aplicación a comunidades restringidas, sea la restricción debida a ingreso, estatus, raza, clase o género. Cuando se empezó a emplear la noción de vulnerabilidad, se refería mayormente a grupos definidos por una prioridad social, como los niños, las mujeres, la gente mayor, los grupos indígenas y los enfermos. De ahí que, las políticas públicas

<sup>5</sup> Proveniente de la Física, el concepto de resiliencia se ha extendido a otras disciplinas para referirse a la capacidad de una unidad o comunidad para absorber (en el sentido de soportar) perturbaciones y, por lo tanto, para adaptarse a las nuevas condiciones.

fueran diseñadas para darle atención específica a esos sectores de la población.

La Organización de Naciones Unidas ha mandatado específicamente en los Objetivos del Milenio que la investigación en torno al cambio climático esté conducida desde la perspectiva de género. Se sugiere que este tipo de investigación incluya las diferencias hombre-mujer en términos de: *a*) la propiedad y disponibilidad de activos físicos, humanos y sociales; *b*) sus diferentes estrategias en el empleo de esos activos; y *c*) el conjunto de posibilidades al que tienen acceso hombres y mujeres, condicionado por el mercado, el Estado y la “sociedad civil” (United Nations, 2007). Un análisis de las desigualdades basadas en el género debe ser un componente básico, especialmente cuando se toma en cuenta el hecho de que en las áreas rurales o en los sectores urbanos marginados la vulnerabilidad de las mujeres a los eventos de cambio climático extremo es muy alta (United Nations, 2008; UNFCCC, 2008). En ese sentido, el PEACC de BCS busca atender los problemas al nivel de las regiones, grupos y poblaciones (residentes y visitantes), incluyendo el enfoque de género, proveer de una perspectiva más detallada de los grupos clave involucrados en los efectos del cambio climático desde la perspectiva humana en esa entidad (cfr. United Nations, 2007: 1).

### *Conclusiones*

Los estudios acerca de los efectos negativos del cambio climático en la economía han dado frutos importantes pero hay aún un amplio conjunto de campos y regiones que requieren evaluación. El presente capítulo pretende llamar la atención sobre la importancia de evaluar y predecir el grado de vulnerabilidad humana, a la que son particularmente susceptibles —regiones pequeñas—, como en Baja California Sur. Aunque se relaciona intrínsecamente con la vulnerabilidad económica y medioambiental, investigaciones de este tipo pueden servir para orientar políticas que contribuyan a evitar tragedias humanas y a establecer bases más fuertes para el desarrollo sustentable.

Pensar el crecimiento económico usando la lente de la sustentabilidad, así como el reconocimiento de la importancia de tomar en cuenta las condiciones relacionadas con la naturaleza, puede llevar a mejores formas de organización social y, en cier-

ta medida, a evitar pérdidas humanas y el debilitamiento de las capacidades productivas. Es por ello importante diseñar políticas públicas más adecuadas y promover la toma de conciencia del sector privado sobre la necesidad de planear desde su ámbito de acción esquemas de mitigación relacionados con los efectos del cambio climático en una región que es altamente vulnerable.

### Bibliografía

- Australian Greenhouse Office. 2005. *Climate Change: Risk and Vulnerability*. Sidney: Allen Consulting Group.
- BOFK. Beratenes Organ fuer Fragen der Klimaaenderung, 2003. *Extreme events and climate change*. Bern: OoCC.
- Boyd, R. y M. Ibararan. 2008. "Extreme Events and Adaptation: An Exploratory Analysis of Drought in Mexico". En: *Environmental and Development Economics*, vol. 1, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1-25.
- Conde, C., B. Martínez, O. Sánchez, F. Estrada, A. Fernández, J. Zavala y C. Gay. 2008. *Escenarios de Cambio Climático (2030 y 2050) para México y Centro América. Temperaturas y Precipitación*. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-zX4abI5hkJ:www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/index.php%3Foption%3Dcom\\_content%26view%3Darticle%26id%3D61%26Itemid%3D74+Escenarios+de+Cambio+Clim%C3%A1tico+%282030+y+2050%29+para+M%C3%A9xico+y+Centro+Am%C3%A9rica.+Temperatura+s+y+Precipitaci%C3%B3n&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-a](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-zX4abI5hkJ:www.atmosfera.unam.mx/gcclimatico/index.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D61%26Itemid%3D74+Escenarios+de+Cambio+Clim%C3%A1tico+%282030+y+2050%29+para+M%C3%A9xico+y+Centro+Am%C3%A9rica.+Temperatura+s+y+Precipitaci%C3%B3n&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-a) [consultado 10 de agosto de 2010].
- Gay García, C., (comp.). 2000. *México: una visión hacia el siglo XXI. El Cambio climático en México*. [libro-e] México: Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program, 220 p., ISBN 968-36-7562-X. Disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/index.html](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/index.html) [consultado 10 de agosto de 2010].
- Heltbers, R., S. L. Jorgensen y P. B. Siegel. 2008. *Climate change, Human Vulnerability and Social Risk Management*. Washington, DC: World Bank Social Development Department.
- Hernández C., M. E., T. L. Torres y M. G. Valdez. 2000. Sequía meteorológica. En Gay, C. (ed.), *México: una visión hacia el*

- siglo XXI. El Cambio climático en México.* [libro-e] México: Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program, 220 p., ISBN 968-36-7562-X. Disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/index.html](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/index.html) [consulta-do 10 de agosto de 2010].
- Holmes, J. 2008. More help now, please. En Daniel Franklin (ed.), *The World in 2009*, Nueva York: The Economist, p. 110.
- INEGI. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, 2005. *Conteo de Población 2005*. Aguascalientes: INEGI.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. *Climate Change 2007*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Magaña, V., C. Conde, O. Sánchez y C. Gay. 1997. "An assessment of current and future regional climate scenarios for Mexico". En: *Climate Research*, 9 (1-2), pp. 107-114.
- Palafox y O. Frausto (coords.). 2008. *Turismo. Desastres naturales, sociedad y medio ambiente*. México: SEDESOL-CAT-Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés.
- Pérez León, José Armando. 2008. "La vulnerabilidad social frente a las amenazas naturales: el huracán Wilma en la zona norte de Quintana Roo". En: A. Palafox y O. Frausto (coords.), *Turismo. Desastres naturales, sociedad y medio ambiente*. México: SEDESOL-CAT-Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés.
- Sharma, A. 2007. *Assessing, predicting and managing current and future climate variability and extreme events, and implications for sustainable development*, Cairo: United Nations Framework Convention for Climate Change.
- United Nations Organization. 2008. *Linking Disaster Risk Reduction and Poverty Reduction*, United Nations, Nueva York: International State for Disaster Reaction, ISDR.
- . 2007. *The human rights of climate change*, United Nations, Nueva York: Office of the High Commissioner for Human Rights.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention for Climate Change, 2008. *Physical and socio-economic trends in climate-related and extreme events, and their implications for sustainable development*, FCCC/TP/2008/3, noviembre 20.
- University for Peace. 2007. *International Climate Change and Vulnerability. Final Report*. The Hague: University for Peace Press.

## Sitios y documentos de interés

- Downing, T. E. 1992. *Climate Change and Vulnerable Places*. Oxford Environmental Change Unit. Oxford: Oxford University Press.
- Easterling, D. R., G. A. Meehl, C. Parmesan, S. A. Changon, T. R. Karl y L. O. Mearns. 2000. "Climate Extremes: Observations, Modelling, and Impacts". En: *Science*, 289, pp. 2068-2074.
- Ikeda, K. 1995. Gender differences in Human Loss and Vulnerability in natural Disasters. A case Study from Bangladesh. *Indian Journal of Gender Studies*, vol. 2, núm. 2, 171-193. Nueva Delhi: Sage Publications.
- Magaña, V., C. Conde, O. Sánchez y C. Gay. 2000. "Evaluación de Escenarios Regionales del Clima Actual y de Cambio Climático Futuro para México". En: Gay, C., ed., *México: una visión hacia el siglo XXI. El Cambio climático en México*. [libro-e] México: Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program, 220 p., ISBN 968-36-7562-X. Disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/index.html](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/index.html) [Consultado 10 de agosto de 2010].
- Neumayer, E. y T. Plümper. 2007. "The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981-2002". *Annals of the Association of American Geographers*, **97**(3) pp. 551-566. Disponible en: <http://eprints.lse.ac.uk/3040/> [Consultado 23 de agosto de 2010].
- United Nations Environment Programme. 2002. [libro-e] *Perspectivas del medioambiente mundial Geo-3*. London: UNEP. Disponible en: [http://www.unep.org/geo/geo3/spanish/pdfs/chapter3\\_vulnerability.pdf](http://www.unep.org/geo/geo3/spanish/pdfs/chapter3_vulnerability.pdf)
- Instituto Nacional de Ecología U. S. Country Studies Program U.S. Environmental Protection Agency Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México.



# Cambio climático, conflictos sobre recursos y vulnerabilidad social

*Úrsula Oswald Spring*

## *Introducción*

El cambio climático forma parte del proceso complejo del cambio ambiental global CAG (Brauch *et al.*, 2008, 2009, 2011), donde una globalización regresiva (Held y McGrew, 2007) había privado a millones de personas, sobre todo jóvenes, de una vida digna en los países en desarrollo. México no escapa a esta lógica y su modelo neoliberal está haciendo crisis, dejando a más de 7.5 millones de jóvenes sin empleo ni estudios, de los cuales la mayoría son mujeres (ENOE, 2009-2010). Pero también la degradación ambiental ha privado a México de múltiples de sus servicios ambientales al quitar al país el potencial de desarrollo para generar calidad de vida a una población en crecimiento. Deforestación, desertificación, sobreexplotación de suelos y aguas y contaminación del aire han creado condiciones políticas explosivas en el medio rural (Semarnat, 2008). El resultado es una urbanización caótica, la pérdida de redes familiares de apoyo por la migración (Serrano, 2009) y la reducción del Estado benefactor (Calva, 2007; Ibarra, 2007) que han agravado la inseguridad pública (Tickner y Mason, 2008; Oswald Spring y Brauch, 2009). La creciente desigualdad como resultado de esta globalización transnacional (Banco Mundial, 2009), aunada a una burguesía nacional interesada en beneficios personales, se ha sumado al adelgazamiento del Estado, donde privatizaciones, desregulación, así como la reducción de subsidios y programas de apoyo social han aumentado el número de los pobres. Finalmente, el círculo vicioso entre falta de educación, pobreza, desnutrición, obesidad, deficiente cultura de prevención, enfermedades y falta de oportunidades de trabajo está hipotecando el desarrollo social y la atención a la salud, donde el seguro popular carece de los recursos financieros y humanos para hacer frente a la creciente demanda de servicios de salud y de enfermedades tanto propios de países pobres (gastrointestinales,

desnutrición, bronco-respiratorios), como de los altamente desarrollados (cáncer, diabetes, cardiovasculares, obesidad).

A su vez, el abandono del campo mexicano desde varias décadas, agravado por la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y las pérdidas de cosechas como resultado del cambio climático y del CAG han expulsado un número creciente de campesinos de sus parcelas, sobre todo en los ecosistemas áridos y semiáridos sin riego. La determinación de cambiar el Art. 27 constitucional que permite vender y rentar las tierras ejidales, ha generado una reconcentración de las mejores tierras en manos del agronegocio, cuyo interés es la maximización de las ganancias con altos costos ambientales. La falta de inversión en infraestructura de riego y conservación de suelos ha agravado el deterioro ambiental. Aunque México utiliza alrededor del 78% del agua en la agricultura, la eficiencia en riego se ubica en menos del 40%.

Asimismo, la sobrefertilización de los suelos y el uso indiscriminado de pesticidas han contaminado el agua, los acuíferos, el aire y los suelos. Además, se ha dado durante la última década una mayor variabilidad y reducción global de las precipitaciones (Arreguín *et al.*, 2010; Conagua, 2009), lo que ha afectado mayormente a los productores de temporal, generalmente campesinos de subsistencia (García, 2004). Se estima que en 2050 se podrían perder por el cambio climático entre 13 y 27% de la superficie de maíz sembrada. Pero desde ahora los cambios en las precipitaciones han afectado a estos campesinos de temporal, ya que la migración desde las regiones secas es mucho mayor que en las zonas de mayor precipitación, donde se ubica no obstante, la población con mayor marginalidad (estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas; Oswald Spring, en prensa). Varios años de pérdida de cosechas por sequías los ha obligado a emigrar hacia los barrios miserables de las ciudades grandes y a partir del año 2000, se ha intensificado la emigración hacia los Estados Unidos (EUA) (Pew Hispanic Center 2009, 2009a; Leighton *et al.*, 1994). El cambio de las leyes migratorias de EUA a partir de 1985 y las prácticas cada vez más restrictivas contra la inmigración de latinoamericanos pobres en la frontera norte, acompañadas por deportaciones masivas, han convertido el cruce ilegal de la frontera en un proceso altamente peligroso, frecuentemente en manos del crimen organizado (véase la ma-

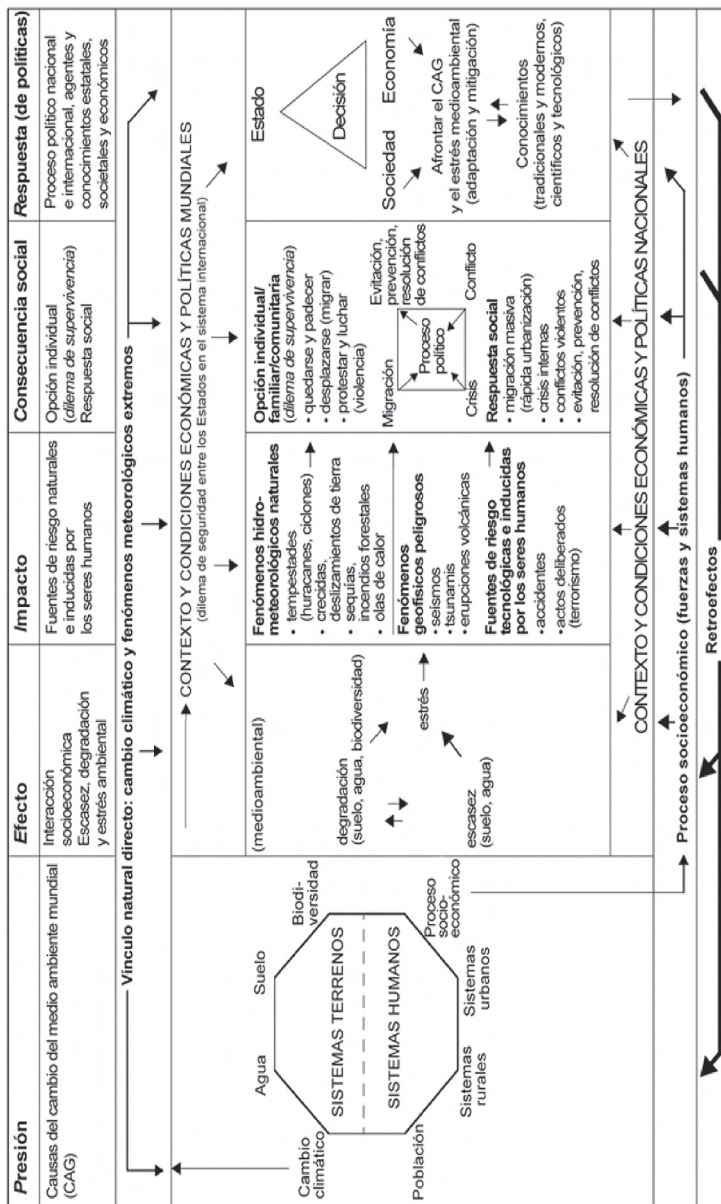


sacre de 73 migrantes centroamericanos y ecuatorianos en Tamaulipas en agosto de 2010).

A su tiempo, grupos criminales han enrarecido el ambiente al relacionar el tráfico ilegal de personas, de drogas, de armas y de dinero con secuestros, venta de protección y extorsiones. Entre el capital financiero se han establecido además redes de complicidad para el lavado de dinero del crimen organizado que se involucra además en la trata de blancas, prostitución, pornografía infantil (Perpiñan *et al.*, 2009) y tráfico de órganos humanos. Finalmente, la falta de oportunidades de desarrollo y de trabajo de jóvenes se ha convertido en un agravante de la situación social y ha aumentado la inestabilidad existente, al presionar sobre el mercado de trabajo. Ante su desesperación y la falta de otras oportunidades, se han involucrado a veces en las actividades del crimen organizado, que se añade a la descomposición social y el aumento de la violencia por la guerra contra el narcotráfico.

En esta situación de pérdida de la seguridad humana (Brauch 2005, 2005a; Oswald Spring y Brauch 2009; Fuentes y Brauch, 2009, Rojas 2009) y la seguridad ambiental (Dalby, Brauch y Oswald Spring, 2009), el presente artículo analiza las complejas interrelaciones, retroalimentaciones y salidas negativas de la degradación ambiental; los efectos en los procesos productivos y en la naturaleza por el cambio climático; el consecutivo deterioro social con su creciente vulnerabilidad de género; los conflictos socio-políticos; la inseguridad pública, y las salidas violentas. Inicia con el desarrollo de un concepto amplio de seguridad, donde la seguridad humana, de género y la ambiental analiza de manera integral el deterioro socio-ambiental, la desigualdad y falta de equidad. Propone una gran seguridad —en inglés HUGÉ— (Oswald Spring, 2009), con el fin de entender esta contradictoria realidad.

Para poder analizar estos retos socio-ambientales, el modelo PEISOR (gráfica 1) propone en el subcapítulo 2 examinar esta realidad compleja, sus interrelaciones caóticas y sus reforzamientos. Asimismo, estudios empíricos recientes han tratado de entender por qué las mujeres son altamente expuestas durante eventos hidrometeorológicos extremos. Su identidad de género y sus representaciones sociales de cuidar a los otros les generan mayor vulnerabilidad durante eventos extremos (Ariyabandu y Fonseca, 2009; Ariyabandu y Wickramasinghe, 2004;



**Gráfica 1.** Modelo PEISOR para seguritizar el cambio climático. Fuente: Oswald/Brauch, 2009a: 11.

Birkman *et al.*, 2006; Oswald Spring 2008). A su vez, MunichRe (2008) ha mostrado que entre el 80% y 90% de las víctimas están relacionadas con eventos hidrometeorológicos extremos, resultado del cambio climático.

El quinto apartado establece las complejas interrelaciones y retroalimentaciones entre posibles salidas societales<sup>1</sup> negativas. La falta de oportunidades de trabajo en unidades rurales ha agudizado la migración rural-urbano y, junto con las precarias condiciones socioeconómicas en los cinturones de miseria de las zonas conurbadas, ha reforzada la migración de indocumentados hacia los Estados Unidos de América del Norte (EUA). Tanto por los recursos escasos en el medio rural (tierra, agua y capital), como por las presiones en asentamientos urbanos o por las migraciones hacia los EUA, se han gestado escenarios de conflictos socio-ambientales por tierras, alimentos y trabajo. Unas reflexiones finales apuntan hacia posibles salidas, donde sólo un cambio profundo, o sea una revolución verde sustentable,<sup>2</sup> permitirá salidas de largo plazo con menos conflictos en México. Esta revolución tiene que promover una cultura de prevención, acompañada por procesos de aprendizaje anticipados que generan resiliencia ante un futuro cada vez más incierto. Exige cambios en la visión del mundo, donde el modelo de políticas públicas neoliberales requiere una transformación hacia políticas basadas en leyes y prácticas sustentables, que fomenten una relación más armoniosa con el ambiente natural, a la vez que faciliten superar la desigualdad social interna.

<sup>1</sup> Se habla de seguridad societal para evitar las confusiones con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

<sup>2</sup> Esta revolución verde sustentable no se debe confundir con la limitada "revolución verde" de los años cincuenta y sesenta, donde mediante semillas mejoradas, fertilizantes químicos, pesticidas, riego y maquinaria agrícola se había por lo menos duplicado la producción de los granos básicos en el mundo. Esta nueva *revolución verde sustentable* requiere de una transformación cultural profunda, cambios en la visión del mundo, las relaciones de poder y una gobernanza participativa (véase Oswald y Brauch, 2011).

*Reconceptualizar una seguridad grande (HUGE: seguridad humana, de género y ambiental) y análisis del modelo analítico PEISOR*

La seguridad se refiere a un término básico y representa un concepto clave en las ciencias sociales, que se ha utilizado en escuelas y tradiciones intelectuales, marcos de referencias y acercamientos teóricos. El término se asocia con diversos contenidos y a veces, se utiliza en áreas particulares o en situaciones históricas cambiantes. Por lo mismo, el término seguridad implica procesos sociales o políticos, que se relacionan siempre con el contexto de un determinado sistema de valores, que trata de conservarlos o realizarlos (véase Oswald y Brauch, 2009). Por lo tanto, seguridad en el sentido objetivo se refiere a peligros específicos acerca de la seguridad como amenazas, vulnerabilidades, inseguridades y riesgos (Brauch 2005, 2005a; Cardona 2011), hacia dimensiones especiales (seguridad política, militar, económica, societal, ambiental) y objetos de referencia (internacional, nacional, humana, de género), así como sectores (seguridad energética, alimentaria, de agua, de salud, de transporte, etc.). En el sentido subjetivo, seguridad se refiere a las preocupaciones que expresan políticos, medios masivos, científicos o simplemente la gente, a través de sus diálogos o escritos (fuentes históricas). Para aquellos que ‘seguritizan’<sup>3</sup> los peligros, el concepto de seguridad debería constituirse en una amenaza existencial a la supervivencia del objeto de referencia, o sea la vida, la cultura, la globalización, el libre mercado, etc. Sólo así se legitiman medidas y políticas extraordinarias para enfrentar o manejar estos miedos. Por ello, los conceptos de seguridad siempre han sido producto de procesos hablados o escritos. Se han utilizado para analizar, interpretar y justificar acciones pasadas o para legitimar actividades presentes y futuras, con el fin de reducir miedos, vulnerabilidades y riesgos.

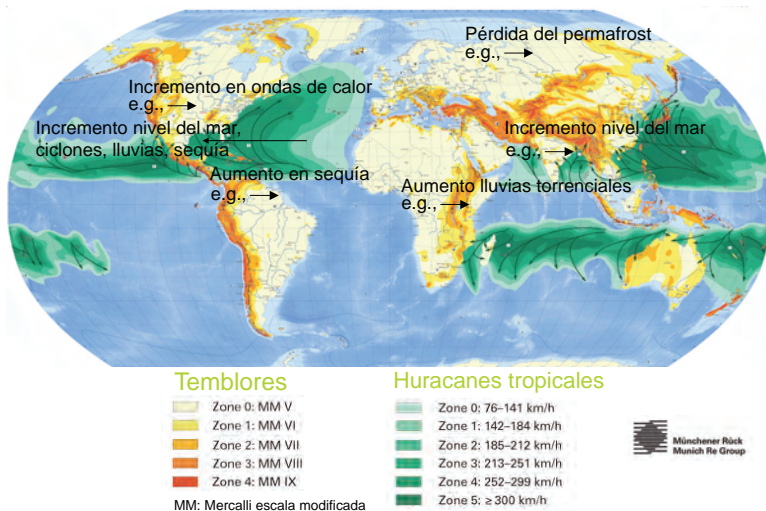
Con estos elementos conceptuales se propone una visión

<sup>3</sup> Seguritizar significa, de acuerdo con la escuela de Copenhague, que los actores declaran un objeto de referencia de una importancia descomunal, dado que pone en alto riesgo un o los valores centrales de la sociedad y por lo tanto, se requieren implementar medidas extraordinarias que son aceptados por la audiencia a pesar que éstas pueden afectar la libertad o la vida cotidiana (Ole Waever, 2009; Buzan y Waever, 1997; Buzán, Waever y de Wilde, 1998; Oswald Spring y Brauch, 2009).

integral de seguridad. Ésta vincula la seguridad humana (SH), con la seguridad de género (SG) y la seguridad ambiental (SA), o sea genera una gran seguridad (HUGE) que ofrece una perspectiva transdisciplinaria de análisis con traslapes entre estas seguridades particulares. Éstos se dan entre SH y SA, cuando se orientan las políticas hacia la conscientización de la sociedad, que se tornará cultural y ambientalmente más diversa; entre SH y SG incide en el mejoramiento de la calidad de vida con equidad de género y sin violencia; entre SG y SA se promueve un mundo, donde se cuida a la vez, a los vulnerables y al ambiente, y donde precisamente indígenas, mujeres, jóvenes, campesinos y otros grupos sociales discriminados se conviertan en promotores claves del cambio. El conjunto de estas políticas interrelacionadas se enfoca hacia un mundo descentralizado, participativo, sustentable y diverso, donde existen mecanismos de resolución pacífica de conflictos con la cooperación entre instituciones públicas y privadas, así como la sociedad organizada. En esta propuesta, HUGE se convierte en un concepto de seguridad integral, apoyada por complejas redes sociales, donde los procesos civilizatorios actuales, basados en sistemas autoritarios y violentos, se tendrá que sustituir paulatinamente por una economía de cuidado y de solidaridad mediante una globalización con cara humana (Stavenhagen, 2010), donde se puede recuperar el ambiente (MA, 2005). En el terreno de los crecientes riesgos por el cambio climático se promoverán políticas de adaptación y de resiliencia para mitigar los efectos negativos y garantizar el bienestar social y ambiental.

México es uno de los países más severamente afectados por el cambio climático (véase mapa 1, MunichRe, 2008), no sólo por su orografía, el deterioro ambiental y las prácticas de manejo de los recursos naturales, sino por las políticas gubernamentales y la vulnerabilidad social, que dificultan un manejo preventivo ante eventos hidrometeorológicos cada vez más extremos (IPCC, 2007, 2007a, 2007b; National Hurricane Center, 2006) y los convierten frecuentemente en desastres (ISDR, 2009). Asimismo, un desarrollo urbano y turístico caótico y el abandono de una política rural sustentable han deteriorado aún más las, de por sí, precarias condiciones socio-ambientales, donde la falta de un ordenamiento territorial y políticas equivocadas de desarrollo han exacerbado los impactos por huracanes y sequías y por ello aumentado los riesgos de las personas (Thywissen,

Mapa 1. Vulnerabilidad de México ante el Cambio Climático.



Fuente: Modificaciones hechas por la autora a partir del mapa de Munich Re Group, 2008.

2006), la infraestructura y el entorno natural (Steffen *et al.*, 2003). Además, México cuenta con un sistema de precipitación concentrado durante los meses de junio a septiembre, o sea, exceso de agua en corto tiempo y falta del vital líquido por temporadas largas (Conagua, 2009).

Los más recientes eventos hidrometeorológicos extremos, más intensos a partir de 2005 (Cenapred, 2010) han mostrado además que la mitigación y las obras de ingeniería —presas, recuperación de playas como en Cancún, diques y bordos— no son suficientes. El estado de Tabasco y la región de Villahermosa se han inundado regularmente durante los últimos años, donde se han anegado sobre todo las colonias populares que se han construido en las planicies de inundación. Si estas condiciones naturales se empeoran por el cambio climático, los procesos de mitigamiento ya no serán suficientes. Se requieren, entonces, procesos de adaptación<sup>4</sup> que desembocan en la gene-

<sup>4</sup> La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas

ración de capacidades de resiliencia,<sup>5</sup> donde se empodera a los más vulnerables con metodologías adaptadas (Freire, 1970) para poder protegerse y auto-organizarse.

El modelo PEISOR ofrece un proceso analítico que interrelaciona de manera ordenada las complejas relaciones y retroefectos socio-ambientales y políticas anteriormente descritas, que se están agravando por el cambio climático de México. Este modelo evolucionó durante varios años (Oswald Spring y Brauch: 2009) y se desarrolló a partir del *Millennium Ecosystem Assessment* (MA 2005), que definió el concepto de seguridad como la habilidad de vivir en un entorno sano y seguro, donde exista la capacidad de reducir la vulnerabilidad ante el estrés y los eventos ambientales extremos (MA 2005; Leemans 2009).

Sobre estas bases se construyó el modelo PEISOR, que incluyó también el factor político, además de distinguir entre los impactos y las consecuencias societales. El modelo se compone de cinco elementos:

1. P: Presión que incluye la interacción entre los ocho factores socio-ambientales que inciden en el cambio ambiental global.
2. E: Efectos de las interacciones provocados por escasez, degradación y estrés ambiental.
3. I: Impactos por los eventos hidrometeorológicos extremos que se pueden convertir en desastres por las actividades humanas y ante la limitada capacidad gubernamental y social.
4. SO: Consecuencias societales como hambrunas, migración forzada, urbanización caótica, conflictos ambientales,

---

humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC, 2007). Puede referirse también a otros procesos físicos como erosión.

<sup>5</sup> Resiliencia es un término que proviene de la física y significa en el contexto del cambio ambiental global que sociedades altamente vulnerables tengan la capacidad de protegerse ante eventos extremos y tengan la capacidad de aprender a través de estas experiencias a superar las adversidades y transformarlos en proceso de aprendizaje y de prevención con los cuales quedan consolidados en sus lugares a pesar de los nuevos riesgos.

guerras por recursos y Estados fallidos (Homer-Dixon, 1999; Homer-Dixon y Blitt, 1999).

5. R: Respuesta por parte de los involucrados y afectados ante los procesos dinámicos del cambio ambiental global, tanto públicos y empresariales como sociales.

La presión (P) interrelaciona los cuatro factores naturales (aire, agua, suelo y biodiversidad) con los cuatro procesos humanos (crecimiento poblacional, sistemas rurales, sistemas urbanos y procesos socioeconómico-productivos). En los sistemas naturales, el aire es afectado por el intenso uso de hidrocarburos fósiles en los sistemas rurales, urbanos e industriales, lo que ha generado emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que han provocado el cambio climático. Ello ha incidido en alteraciones del patrón de lluvia, donde la menor precipitación o, a veces, lluvias torrenciales están reduciendo la disponibilidad y la calidad del agua, a la vez que han erosionado los suelos (UNCCD-Semarnat, 2006; Riod.Mex, 2008; SEMARNAT/INE, 2006). La falta de agua a lo largo del año, inundaciones y pérdida de fertilidad del suelo por malas prácticas agropecuarias han generado procesos de desertificación (Safriel y Adeel, 2006), lo que ha deteriorado a la biodiversidad (Conabio, 1998, 2010).

Esta interacción destructiva se expresa en contaminación del aire, temperaturas extremas, sequías más prolongadas, escasez y contaminación del agua, degradación de suelos y afectación o destrucción de ecosistemas enteros. A su tiempo, los sistemas sociales se ven presionados por el crecimiento poblacional, lo que ha afectado la disponibilidad y el uso de los recursos naturales, que se han tornado crecientemente más escasos y contaminados. Los cambios en el uso del suelo y la intensificación de los procesos socioproductivos están transformando los sistemas rurales y urbanos, así como la ocupación del territorio. La demanda creciente de servicios ambientales y recursos naturales (agua, suelo y alimentos) ha provocado escasez, mientras que la intensificación de los procesos industrializados ha originado desechos y contaminación. Ambos procesos han degradado tanto a los sistemas naturales como los agropecuarios y urbanos.

Los efectos (E) de la interacción entre los sistemas terrestres y humanos producen escasez y degradación de agua, aire, suelos y biodiversidad, lo que genera estrés ambiental. El rápido aumento de la población mundial (tres veces durante el siglo



pasado), la mayor demanda de agua (seis veces durante el siglo xx), así como el uso de alimentos en biocombustibles, junto con una urbanización caótica en los países en desarrollo han generado nuevos riesgos (inundaciones, deslizamientos de tierras, pérdida de la fertilidad de suelos, erosión y desertificación; Conafor *et al.*, 2006; CLD, 2007; GLADA, 2008; Gobierno de México, 2007). Este estrés ambiental deteriora aún más los sistemas naturales, reduce la capacidad natural de proveer los recursos naturales, además de que una menor cubierta vegetal limita la purificación del aire y la captura de carbono. Cuando se afectan los procesos naturales de regulación, de proveer y de recuperación de agua, el aire, la biota y los suelos se impacta en los sistemas sociales; sobre todo entre la población vulnerable como campesinos e indígenas de temporal. En la medida en que se presentan mayores signos producidos por el cambio climático (eventos hidrometeorológicos más agudos), el agua, los suelos y la biodiversidad se deterioran aún más. Un entorno natural dañado cuenta con menos capacidad de mantener ecosistemas altamente frágiles y se reducen los servicios ambientales. Ante pérdidas de vidas humanas y alta destrucción material causada por desastres, se ejerce presión sobre los sistemas sociopolíticos. Ésta puede agravarse y tornarse violenta por los lentos avances en la reconstrucción, sus altos costos económicos o la falta de condiciones de supervivencia en los tiempos posdesastre.

El impacto (i) del estrés ambiental, agravado por el cambio climático, se expresa en una mayor intensidad de fenómenos hidrometeorológicos. Las sequías están provocando incendios forestales, erosión eólica, tolvaneras y ondas agudas de calor o de frío, lo que está afectando la salud humana y la funcionalidad natural de los ecosistemas. A su tiempo, sequías prolongadas o huracanes más severos pueden deteriorar aún más los ecosistemas y, por ello, reducir los servicios ambientales, lo que afecta sobre todo a los más vulnerables, entre los cuales destacan mujeres, niños e indígenas.

Las consecuencias societales (so) son múltiples y se retroalimentan negativamente entre sí. Una mayor vulnerabilidad socio-ambiental afecta el desarrollo personal y socioeconómico de las comunidades. Procesos de desertificación, sequías e inundaciones destruyen la producción agropecuaria y deterioran los medios de subsistencia de las poblaciones rurales, frecuentemente marginadas y pobres (Villagrán, 2006; García, 2004). La

consiguiente disminución en agua y alimentos, a raíz de la pérdida de la fertilidad natural del suelo ha generado hambre y hambrunas en diversos países (Oswald Spring, 2009a). En la búsqueda de mejorar las condiciones de vida mediante la migración (IOM, 2003, 2007, 2008; PNUD, 2009) se pueden generar conflictos por tierras, alimentos, agua y trabajo. Estas complejas interrelaciones entre fenómenos ambientales y sociales han agudizado los conflictos en México y han provocado diversos enfrentamientos o focos rojos por el usufructo o la posesión de tierras de cultivo, manantiales, pozos y ollas de agua. Según la Procuraduría Agraria, en 2007, se agravó el número de conflictos por la tierra y agua a raíz del cambio en el Art. 27 constitucional.

La respuesta (R) se refiere a procesos políticos donde interactúan los tres actores centrales: el Estado, la comunidad de negocios y la sociedad. Entre estas tres fuerzas, frecuentemente con intereses antagónicos (desarrollo turístico y creación de empleo vs. conservación de manglares que mitigan los impactos de los huracanes y son ecosistemas altamente productivos), se tiene que negociar una política que satisfaga a todos, pero que tampoco dañe el entorno natural ni hipoteque los servicios ambientales futuros. Desde los sectores gubernamentales y organismos internacionales se han propuesto, primero, obras de infraestructura que mitigan los impactos más negativos como presas para evitar avenidas torrenciales que erosionan cuencas e inundan tierra abajo los asentamientos humanos y desplazan a las poblaciones de sus hogares, frecuentemente indígenas que pierden con ello su arraigo a la tierra y su cultura. Los conflictos sociales desatados (véase La Parota, en Guerrero), pero sobre todo, los impactos cada vez más visibles del cambio ambiental global han obligado a desarrollar nuevas estrategias, donde la adaptación se pone en el centro (IPCC, 2007). Ésta se ha impuesto frecuentemente desde arriba y sin tomar en cuenta las necesidades de las poblaciones afectadas. Por ello, no se han podido prevenir y reducir las salidas fatales, ya que se necesita involucrar a la población expuesta para construir su propia resiliencia. Ésta se desarrolla a partir de los conocimientos tradicionales (UICN, 2008) y se combina con los modernos, donde no sólo se utilizan avances tecnológicos y científicos, conocimientos profundos del entorno, sus riesgos y su potencial de recuperación natural, sino también prácticas ancestrales como la construcción de pirámides en el sureste con ángulos específicos capaces de

disminuir el impacto de los vientos huracanados, lo que ha permitido conservar este patrimonio cultural durante cientos de años.

### *Representaciones sociales y procesos identitarios aumentan la vulnerabilidad social y de género*

Dentro de estas salidas sociales negativas, los grupos vulnerables sufren siempre más y están mayormente expuestos a los riesgos. Sin duda alguna, las situaciones de guerra, pero también de desastres naturales producen un mayor número de muertes entre los grupos socialmente discriminados (mujeres, indígenas, pobres, etc.). Su vulnerabilidad se relaciona con su proceso de identidad y se basa en la construcción de sus representaciones sociales.

### *Seguridad de género*

Las mujeres son elementos clave en la vida diaria, la integración familiar, los procesos de reproducción, el manejo ambiental y la estabilidad psicológica en situaciones de conflictos y durante y después de desastres. No obstante, la sociedad las ha relegado durante miles de años, mediante procesos de violencia y discriminación intrafamiliar y social. Les ha creado una identidad de género y representaciones sociales que las hacen valer menos que el hombre ante la sociedad y ante ellas mismas. Betty Reardon (1985) analizó primero las causas de la violencia y guerras y las relacionó con el comportamiento occidental masculino, sus instituciones y sus mecanismos para constituir organizaciones y establecer relaciones humanas verticales, que se basan en la competencia, la exclusividad y la violencia. Como resultado, se han desarrollado símbolos de masculinidad y feminidad. El héroe logra su inmortalidad histórica en la guerra mediante la violencia, mientras que las mujeres la ejercen en silencio al salvar la vida de sus hijos, de los ancianos o de sus animales domésticos, frecuentemente a costa de su propia vida (Ariyabandu, 2004; Ariyabandu/Fonseka, 2009).

## *Representaciones sociales*

Moscovici describe las representaciones sociales como “sistemas de valores, ideas y prácticas (que simultáneamente) [...] establecen un orden que permite al individuo familiarizarse y organizar su mundo material y social” (Moscovici, 1976: xiii). Representaciones sociales son sistemas de ideas, valores y prácticas que cumplen una doble función: *a*) establecen un marco de orden en el cual el sujeto orienta su mundo material y social en el cual vive; y *b*) facilitan la comunicación con un código común entre los miembros de una colectividad, donde se clasifican los objetos y procesos sin ambigüedad para la mayoría de los aspectos de la vida (Duveen y Moscovici, 2000). Por lo mismo, se generan en la vida cotidiana, donde la sociedad se convierte en el sistema pensante y se establece un continuo entre la identidad individual y social, entre el comportamiento interpersonal e intergrupalo (Flores y Wagner, 2010). Cualquier persona tiene la necesidad de simplificar la vida mediante el establecimiento de un orden de su realidad social (Hogg y Abrams, 1988: 78) y mediante procesos de categorización, donde se compara el entorno social y se afirma la autoestima.

La producción histórica del conocimiento social se relaciona con dos procesos: el anclaje y la objetivación. El primero permite integrar situaciones desconocidas en las representaciones existentes (internalización); y la objetivación permite que estas nuevas representaciones se proyecten como objetos concretos hacia el mundo (Duveen, 1997: 87). En la vida cotidiana, la familiarización de lo desconocido se hace a través de metáforas y analogías, donde los medios masivos de comunicación forman una imagen estereotipada (el rol de género en telenovelas, propaganda, revistas y noticias). De ahí surgen los mecanismos de control social que permiten internalizar en las mujeres los procesos básicos psicológicos: *a*) la mujer debe ser: identidad asignada (hechos sociales); y *b*) las mujeres deben ser para los otros: autoidentidad (socializada) que refuerzan los procesos milenarios del patriarcado.

Por estas construcciones, las mujeres están particularmente vulnerables y la violencia y la discriminación de género se presenta desde el ámbito mundial, pasando por el nacional y el familiar hasta el íntimo. Son resultado de procesos de identidad y representaciones sociales de género que se han gestado du-

rante miles de años y siguen presentes en la sociedad posmoderna (Blazquez *et al.*, 2010). Se expresan en forma de exclusión lo que genera vulnerabilidad social y peligros específicos para las mujeres y los grupos sociales marginales. El resultado son discriminaciones estructurales (existen pocas mujeres en posiciones de dirección, de gobierno, de elección popular, cuentan con salarios más bajos y empleos más precarios; UNIFEM, 2009). Estas representaciones sociales están presentes también durante eventos hidrometeorológicos extremos. Diversos estudios empíricos durante los últimos años han mostrado que la mortalidad de mujeres representa entre un 68 a un 85% de las víctimas en diferentes desastres ocurridos en todos los continentes (Ariyabandu, 2004; Ariyabandu/Fonseka, 2009; Oswald, 2008; Villagrán, 2006; Birkmann *et al.*, 2006).

### *Cambio climático y vulnerabilidad social*

El caso de México muestra que durante la última década y, sobre todo, a partir de 2005 los eventos hidrometeorológico extremos han aumentado y han tenido mayor intensidad. En 2005, cuatro huracanes mayores Stan, Wilma, Emily y Rita han causado daños en vidas humanas y bienes materiales. Stan, el más dañino, había afectado directamente cinco estados y había causado 98 muertes (GuhaSapir *et al.*, 2004), aunque sus efectos y las lluvias torrenciales no-tropicales habían provocado deslizamientos de tierras e inundaciones en estados tan alejados como Tlaxcala, Hidalgo y Puebla. Los daños fueron estimados en 21.1 mil millones de pesos y sólo Chiapas había perdido 5% de su PIB estatal. En la Sierra Madre Sur se presentaron 86 muertes y quedaron 30 personas más en condición de desaparecidas (García *et al.*, 2006). Se destruyó un 40% de la cubierta de bosques y 92 ríos se desbordaron, ampliando el número de víctimas indirectos por la interrupción de vías de comunicación y la falta de abasto con luz, alimentos y agua.

A partir de 2007, se añade un fenómeno adicional a las de por sí condiciones socio-ambientales difíciles. La guerra contra el narcotráfico está aumentando la violencia y representa crecientemente una situación de emergencia compleja (Renner, 1996) al contar ya cerca de 30,000 muertes en menos de cuatro

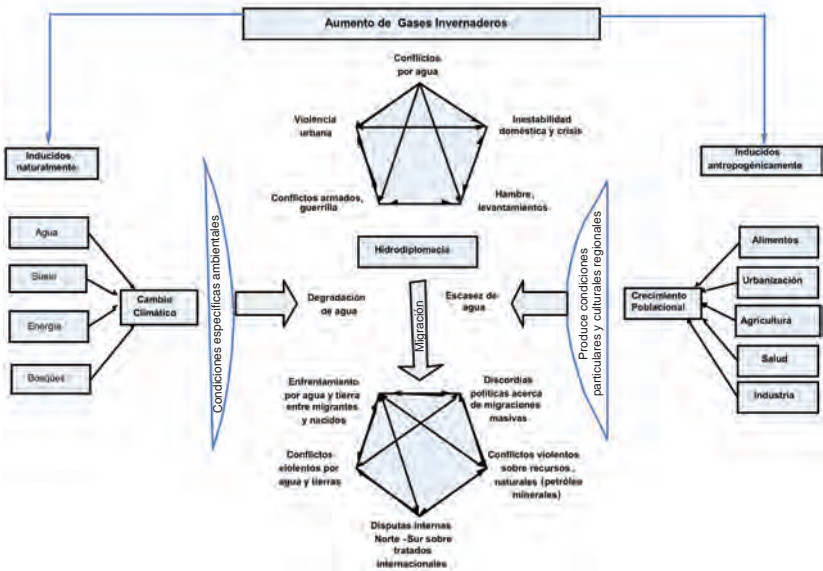
años del gobierno de F. Calderón.<sup>6</sup> Degradación ambiental, desigualdad social, una globalización excluyente con más de la mitad de la población en el empleo informal y sin seguridad social, un débil Estado de derecho e intereses antagónicos entre la élite y la gente común, han aumentado la inseguridad pública y han generado un desánimo ante el futuro. Al estar expuesta la población a riesgos ambientales severos por el cambio climático, el Estado débil con pocos recursos no puede enfrentar los retos grandes y adaptase eficazmente, ya que cerca del 90% del presupuesto se dedica al gasto corriente. Ante ello, el crimen organizado está ocupando espacios socioterritoriales dejados por el Estado. A los grupos vulnerables les queda como alternativa, o emigrar ante la falta de apoyo, o involucrarse en las actividades ilegales.

### *Complejas interrelaciones y retroalimentaciones*

Los procesos del cambio climático generan estrés ambiental y riesgos nunca antes conocidos que pueden afectar a personas, comunidades, regiones y países enteros y pueden llevar a la población a crisis socioeconómicas y ambientales hasta ahora desconocidas, donde los eventos hidrometeorológicos y los consiguientes desastres naturales se pueden combinar con conflictos violentos por la apropiación de los recursos crecientemente más escasos (Homer-Dixon/Blitt 1999). La agudización de las condiciones materiales, sobretudo en tierras secas afectadas por procesos de desertificación (Semarnat-INE, 2006), puede llevar a la población a condiciones extremas de supervivencia. Cuando su sostén mínimo ya no existe, pueden morir por desnutrición y enfermedades curables o toda la familia o parte de ella emigra.

Cambio climático y conflictos por los recursos naturales generan, entonces, estructuras socio-ambientales que se acercan peligrosamente a una situación de guerra o Estado fallido. En esta situación de ruptura, refuerzos sociopolíticos y complejas

<sup>6</sup> SIPRI ha definido la muerte violenta de más de 1,000 personas en confrontaciones armadas como "guerra de baja intensidad" y México ha rebasado ampliamente este número con sus asesinatos y enfrentamientos entre los narcotraficantes.



**Gráfica 2.** Conflictos por agua, migración, hambre, vivienda, trabajo y bienestar.

retroalimentaciones pueden contrarrestar tales tendencias negativas, al promover una gobernanza participativa en el ámbito local y nacional que puede recibir apoyos por parte de las instituciones internacionales. Estas fuerzas se deben orientar hacia un desarrollo sustentable para mitigar posibles salidas negativas de una guerra por los recursos naturales, donde el agua es crucial en los ecosistemas de semiáridas y áridas.

Conflictos violentos y migración forzada significan perder el patrimonio, las tierras, la cultura y las relaciones sociales materiales e inmateriales creadas (Arizpe, 2010). Pero obliga también a los migrantes a enfrentarse frecuentemente a condiciones hasta ahora desconocidas y luchar en un contexto desconocido para construir una vida alternativa (véase gráfica 2).

Tanto en los procesos naturales relacionados con el cambio climático como en los antropogénicamente inducidos resultado del cambio ambiental global se presentan procesos de degradación de recursos y de escasez. Al no existir procesos de negociación y de reducción de tensión, éstas pueden tornarse en violencia armada, protestas por el aumento o la falta de alimentos

(recuérdese enero de 2007, cuando el precio de la tortilla aumentó drásticamente y se dieron manifestaciones violentas en muchas ciudades del país: “sin maíz no hay país”). Al combinarse estos procesos de migración con el abandono gubernamental —discriminación institucional— (Oswald Spring, 2011) se han presentado, además del crimen organizado, el surgimiento de guerrillas rurales y urbanas, así como movimientos de inconformidad. A raíz del cambio del Art. 27 constitucional que permitió la venta de las tierras ejidales, se cuenta actualmente con más de 390,000 conflictos agrarios, de los cuales la Procuraduría Agraria ha podido resolver al año entre 13 y 14 mil.

Finalmente, la migración implica también factores conflictivos. No sólo se deja el patrimonio y las relaciones sociales en el lugar de origen, sino que en el lugar nuevo se pueden presentar conflictos por un pedazo de tierra para establecer una vivienda precaria, tensiones por empleos muy limitados ante el desempleo rampante y luchas por los escasos apoyos gubernamentales existentes (Oportunidades). Más aún, en Estados Unidos se han desatado a raíz de la Ley Antimigrante de Arizona, procesos de xenofobia que han terminado aun por parte de autoridades públicas en asesinatos, detenciones arbitrarias y deportaciones forzadas. Pareciera que la crisis económica está aumentando dichas tensiones y las redadas contra inmigrantes y detenciones han generado un clima más amplio de xenofobia y discriminación étnica. Estos migrantes expulsados regresan a México sin oportunidad de integrarse al mercado formal de trabajo y, frecuentemente, vienen enfermos. Asimismo, el cruce sin documentos en la frontera obliga a los migrantes a utilizar coyotes, frecuentemente relacionados con el crimen organizado, por lo que no sólo aumenta su vulnerabilidad, sino sobre todo entre un 80 y 90% de las mujeres son violadas durante el cruce ilegal (Iglesia Católica, 2008).

### *Algunas reflexiones conclusivas*

En unas reflexiones finales, el diagnóstico de las interrelaciones complejas entre los sistemas naturales y humanos y las retroalimentaciones por los contextos políticos y sociales mundiales, nacionales y locales permitieron a través del modelo PEISOR un primer acercamiento a la transversalidad de los problemas de



la vulnerabilidad social, la seguridad humana, de género y ambiental (HUGE) y sus vínculos con el cambio climático. Las decisiones políticas afectan al conjunto de la sociedad y, por ende, tienen que negociarse entre los diferentes sectores e intereses, a veces antagónicos. Acuerdos consensuados se alcanzan sólo después de largos procesos de búsqueda entre los tres sectores sociales —Estado, comunidad empresarial y sociedad organizada. Pero, en estas negociaciones raras veces se toman en cuenta estas complejas interrelaciones entre los sistemas naturales y sociales.

Sin duda alguna, el cambio climático, el deterioro del agua, de suelos, de la biodiversidad, los cambios en los sistemas rurales y urbanos, la intensificación de los procesos productivos y las altas tasas de crecimiento poblacional están produciendo múltiples riesgos para la seguridad nacional pero, sobre todo, para la seguridad humana (Brauch *et al.*, 2008, 2009, 2010). Una respuesta integral propondrá políticas proactivas que permitirán prevenir y reducir las interacciones negativas entre factores ambientales y procesos sociopolíticos.

Sin duda, la historia de México ha sido aleccionadora en relación con eventos hidrometeorológicos extremos y conflictos socio-políticos. Basado en un estudio de las sequías pasadas (Villanueva *et al.*, 2008), sedimentos, fósiles, y apoyados por análisis en anillos de árboles centenarios, se pueden relacionar los eventos naturales de largo plazo con los históricos más dramáticos. Inician con el colapso de la civilización maya por la sobreexplotación de sus recursos escasos, el crecimiento poblacional y las sequías en la Península de Yucatán, donde se destruyó la gran civilización maya (Blümel, 2009; Diamond, 2005). Sequías, hambrunas y epidemias se presentaron antes de la conquista española, y los aztecas habían pedido a su población salir del valle central de la hoy Ciudad de México ante la falta de comida y las epidemias (León Portilla, 1959, 1961, 1979, 2004). Largos periodos de sequía explican también condiciones propicias para la independencia y la revolución (Sánchez *et al.*, 2010). Estos múltiples procesos históricos, donde la interrelación entre factores naturales y coyunturas sociopolíticas adversas han generado rupturas en los sistemas existentes (colapso de la civilización egipcia, china, movimientos mayores de poblaciones en Europa) deberían alertar al conjunto de la sociedad mexicana, ya que la situación actual del país es delicada en términos socio-

ambientales y políticos y las amenazas del cambio climático están tornando aún más riesgoso el futuro inmediato. Desde 1994 se ha presentado una sequía y a partir de 2005 han ocurrido huracanes e inundaciones mayores y más fuertes, lo que ha intensificado la pobreza entre la población rural y, particularmente, entre los grupos indígenas en las montañas y los pobres urbanos.

En la superación del círculo vicioso entre degradación de recursos naturales, pérdida de calidad de vida, creación de resiliencia y políticas preventivas ante un futuro incierto por el cambio climático, se inserta el presente texto. En México, la reducción de riesgos a largo plazo se finca en una interacción positiva entre los sistemas naturales como agua, suelos, reducción de gases de efecto invernadero, mediante energía renovable, producción agropecuaria sustentable, precios de alimentos accesibles, educación de calidad, así como políticas de fomento de actividades rurales e industriales que generan empleos y ofrecen calidad de vida. Ello permitirá anticipar mayores riesgos, mejorar la educación y prevenir salidas societales indeseadas, condiciones de supervivencia de alto riesgo, como las reflejadas en las migraciones ambientales forzadas, aumento en la inseguridad pública, conflictos violentos por hambre, malnutrición, miseria y un Estado fallido.

Una de las estrategias de supervivencia de las últimas décadas ha sido emigrar hacia Estados Unidos (Lozano y Sorensen, 2008; Sánchez *et al.*, 2010). El cierre de la frontera con México, la *Ley Antimigrante SB1070* de Arizona, así como procesos de discriminación y deportación han provocado un mayor número de mexicanos apresados y expulsados, cuando sólo habían buscado trabajo y mejores condiciones de vida del otro lado de la frontera. Así se aumenta la presión sobre el mercado de trabajo interno, donde 7.5 millones de jóvenes (ENOE, 2010), entre ellos 6 millones de mujeres, no cuentan con oportunidades de estudiar ni de trabajar. La guerra contra el narcotráfico y la creciente inseguridad pública tornan aún más compleja la situación, donde factores sociales y ambientales se refuerzan negativamente y pueden llevar sobre todo a la población sin futuro hacia senderos del crimen organizado.

Al contrario, políticas proactivas que mejoren los sistemas ambientales y sociales permitirán prepararse para las condiciones adversas, provocadas por las actividades antropogénicas que

han llevado al cambio climático y un CAG. Prácticas de resiliencia, de prevención de desastres y de adaptación en las zonas más expuestas como más de 11,000 kilómetros de costas, las montañas abruptas, las zonas de inundación y las grandes ciudades, permitirán reducir las fatalidades y los daños en bienes materiales e infraestructura.

Estas alternativas se insertan en el marco de la cuarta revolución verde sustentable,<sup>7</sup> donde se requiere un cambio profundo en la cultura de la relación entre los seres humanos y la naturaleza. Si no se logra reestablecer el frágil equilibrio de los servicios ambientales como proveedores, reguladores y sanadores de los ecosistemas y de los seres humanos, la humanidad entera estará generando puntos de ruptura en la naturaleza que pudieran ser irreversibles (colapso de la corriente del Golfo, del Amazonas, del monzón, desglaciación de los polos, los glaciares, inundaciones y desertificación masiva, acidificación de los mares, etc.; Lenton *et al.*, 2008). Esto significa en los tiempos del antropoceno (Crutzen, 2002) reencontrar el equilibrio perdido entre las necesidades humanas y las naturales y, por lo mismo, se trata de un cambio cultural profundo de la cosmovisión dominante.

Ante condiciones naturales cada vez más adversas, la naturaleza ya no puede someterse a las necesidades de intereses de crecimiento de corto plazo, donde la visión del mundo neoliberal dominante ha generado crisis financieras, alimentarias, sociales, ambientales, de empleo y una concentración de la riqueza en manos de una élite cada vez más restringida. Por ello, el

<sup>7</sup> La primer revolución fue la agrícola hace unos 7000 años y ha permitido los asentamientos humanos en comunidades y posteriormente, en ciudades. Gracias a los excedentes agropecuarios se dio una estratificación social y una división inicial del trabajo. La segunda revolución inició en 1759 con la industrialización, donde las comunidades rurales se habían urbanizado y los campesinos en Europa y EUA se habían convertido en obreros. La tercera revolución inició después de la Segunda Guerra Mundial, cuando evolucionó una transformación científica y tecnológica en las comunicaciones y el mundo se convirtió en virtual, con flujos financieros, de datos y de noticias al instante. Pero las tres revoluciones anteriores se dieron a costa de una sobreexplotación de los recursos naturales, acompañada por la contaminación de agua, aire, suelos y la destrucción de la biodiversidad, por lo que se requiere de una cuarta revolución verde sustentable para garantizar el futuro de las generaciones venideras.

giro de la nueva visión del mundo se orienta hacia el bienestar y la calidad de vida de una población mundial en permanente crecimiento, donde rezagos históricos y modernos se pueden resolver mediante prácticas de sustentabilidad y equidad. Los recursos alimentarios y de agua existentes son suficientes para dar calidad de vida a todos los habitantes, si se emplearan de manera justa y equitativa (y no para producir biocombustibles y otros productos industriales que contaminan y desperdician los recursos naturales).

La cuarta revolución verde sustentable significa, por lo tanto, un cambio en el modo de pensar. El mundo ya no es aislado, sino la globalización y la revolución tecnológico-comunicativa lo han interconectado en forma de nodos y redes. Los fenómenos naturales, las guerras y los conflictos por los recursos naturales están afectando al conjunto de la sociedad y repercuten en distintas partes del mundo. Además, como muestra el Millennium Assessment Report (MA, 2005), la peor opción se relaciona con el modelo de seguridad militar, ya que limita el desarrollo de la sociedad, de sus fuerzas productivas y de la participación política y por ende, de la democracia. Por lo mismo, es urgente replantear un modo de pensar distinto, donde el bienestar colectivo, un mundo social, cultural y naturalmente diverso puede encontrar alternativas frente a los retos del presente y futuro. Un elemento crucial es la negociación de los conflictos existentes de manera pacífica y no con las armas, donde todos los intereses antagónicos —incluidos los ecosistemas— tengan un beneficio sin humillar a los contrarios.

Este proceder nos lleva a políticas gubernamentales abiertas al cambio de paradigmas anticuados que han consolidado los intereses particulares de unos pocos. Mediante la promoción de una gobernanza participativa se puede reconstruir la confianza en las actividades y políticas gubernamentales, ahora totalmente deteriorada. Los presupuestos públicos pueden estimular un desarrollo sustentable con equidad, donde se apoya específicamente a regiones y grupos sociales rezagados. Esta tarea de políticas sustentables no queda sólo en manos del Estado, sino que involucra a la iniciativa privada, cuyos negocios ya no se orientarán hacia la maximización de ganancias a cualquier costo, sino hacia una mayor armonía entre la sociedad y la naturaleza. Estos esfuerzos gubernamentales y privados estarán apoyados por una sociedad organizada que promueva y conso-

lide una cultura de sustentabilidad en su vida cotidiana. En síntesis, la cuarta revolución sustentable significa un cambio cultural y de cosmovisión, una transformación de la visión del mundo hegemónica, un modo de pensar distinto y políticas gubernamentales, privadas y sociales que generen una gobernanza participativa.

El reto es grande y requiere urgentemente un cambio en la estrategia gubernamental de la guerra contra el narcotráfico, al orientar la política pública, las inversiones privadas y los esfuerzos sociales hacia una gran seguridad (HUGE); o sea una seguridad humana, de género y ambiental que incluya a todos los integrantes de la sociedad mexicana.

### Bibliografía

- Ariyabandu, Madhavi Malalgoda. 2004. *Gender Dimensions in Disasters. A Guide for South Asia*, ITDG South Asia, Colombo.
- y Dilrukshi Fonseca. 2009. "Do Disaster Discriminate? A Human Security Analysis of the Impact of the Tsunami in India, Sri Lanka and of the Kashmir Earthquake in Pakistan", en: Brauch *et al.*, Brauch, Hans Günter *et al.*, *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer, Berlin, pp. 1215-1227.
- y M. Wickramasinghe. 2004. *Gender Dimensions in Disasters. A Guide for South Asia*, ITDG, Colombo.
- Arizpe Schlosser, Lourdes. 2010. *El patrimonio cultural inmaterial de México. Ritos y festividades*, Cámara de Diputados, Conaculta, CRIM-UNAM y Miguel Ángel Porrúa.
- Arreguín, Felipe, Mario López Pérez y Humberto Marengo Mogoílón. 2010. "Los retos del agua en México en el siglo XXI", en: Úrsula Oswald Spring, Miriam Miranda Trujillo, Ignacio Sánchez Cohen *et al.*, *Retos de la investigación del Agua en México*, CRIM-UNAM y RETAC-Conacyt, Cuernavaca.
- Banco Mundial. 2009. *Determinantes de las desigualdades regionales de bienestar al interior de los países de América Latina*, BM, Washington, DC.
- Birkmann, Jörn, Fernando Nishara y Siri Hettige. 2006. "Measuring Vulnerability in Sri Lanka at the Local Level", en: Jörn Birkmann (ed.). *Measuring Vulnerability to Natural Hazards*.

- Towards Disaster Resilient Societies*, United University Press, Tokyo: 329-356.
- Blazquez Graf, Norma, Flores Palacios, Fátima y Ríos Everardo Maribel. 2010. "Investigación feminista. Epistemología, metodología y representaciones sociales". México: UNAM.
- Blümel, Wolf Dieter. 2009. "Natural Climatic Variations in the Holocene: Past Impacts on Cultural History, Human Welfare and Crisis" en: Brauch, Hans Günter *et al.*, *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer, Berlín: 103-108.
- Brauch, Hans Günter. 2005. *Threats, challenges, vulnerabilities and risks of environmental an human security*, UNU-EHS, Source 1, UNU-EHS, Bonn, Germany.
- . 2005a. *Environment and Human Security*, InterSecTions 2, UNU-EHS, Bonn.
- , Úrsula Oswald Spring, Czeslaw Mesjasz *et al.*, 2008. *Globalization and New Environmental Challenges*, Springer Verlag, Berlín.
- y Úrsula Oswald Spring, John Grin *et al.*, 2009. *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín.
- y Úrsula Oswald Spring, Czeslaw Mesjasz *et al.*, 2011. *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security—Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Springer Verlag, Berlín.
- Buzan, Barry, Olé Wæver. 1997. "Slippery? contradictory? socio-logically unstable? The Copenhagen school replies", en: *Review of International Studies* 23 (2): 143-152.
- , Olé Wæver y Jaap de Wilde. 1998. *Security. A New Framework for Analysis*. Lynne Rienner. Boulder.
- Calva, José Luis (coord.). 2007. *Derechos y políticas sociales, Agenda para el Desarrollo*, 12 volúmenes, IIEC-UNAM, Miguel Ángel Porrúa, Cámara de Diputados, México.
- Cardona, Omar. 2011. "Disaster risk and vulnerability: Notions and measures of environmental insecurity for a decision science", en: Brauch *et al.*, (eds.). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Springer Verlag, Berlín: 107-122.

- Cenapred. 2010. *Atlas Nacional de Riesgos*, Segob-Cenapred, México.
- Conabio. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- . 2010. *Capital natural y bienestar social. Segundo Estudio de País, México*, Conabio, México.
- CONAFOR/SEMARNAT/CONAZA/FIRCO/INEGI/CP. 2006. *Tercer Informe Nacional en materia de Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, Particularmente en África*. México 2002-2005, México.
- Conagua. 2009. *Sistema Nacional de Información del Agua (sina)*, Conagua, México.
- CLD. Convención de Lucha contra la Desertificación de las Naciones Unidas (2007), Bonn, en: <http://www.unccd.int/convention/text/convention.php?annexNo=0>
- Crutzen, Paul J. 2002. "Geology of Mandkind", en: *Nature*, 415(3), enero 23.
- Dalby, Simon, Hans Günter Brauch y Úrsula Oswald Spring. 2009. "Environmental Security Concepts Revisited During the First Three Phases (1983-2006)", en: Brauch *et al.*, (eds.). *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín: 781-791.
- Diamond, Jared. 2005. *Collapse. How Societies Choose to Fail or Succeed*, Viking, Nueva York.
- Duveen, Gerard. 1997. "Psychological Developmental as a Social Process", en: L. Smith, J. Dockerell y P. Tomlinson (eds.), *Piaget, Vygotsky and beyond*, Routledge, Londres.
- y Serge Moscovici (eds.). 2000. *Social Representations: Explorations in Social Psychology*, Polity Press, Londres.
- ENOE-INEGI (2009-2010). *Encuesta Nacional de Empleo*, INEGI, Aguascalientes.
- Flores Palacios, Fátima y Wolfgang Wagner. 2010. "Conceptualization of Social Representations in Relation to the Risk of HIV-AIDS in Local Communities", en: Brauch *et al.* (eds). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Springer Verlag, Berlín (de próxima aparición).

- Freire, Paulo. 1970. *Pedagogía del oprimido*, Siglo XXI Editores, México.
- Fuentes, Julio, Claudia y Hans Günter Brauch. 2009. "The Human Security Network: A Global North-South Coalition", en: Brauch *et al.* (eds.). *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín: 991-1003.
- García Arróliga, Norland, Rafael Marin Combrais y Karla Méndez Estrada. 2006. *Características e impacto socioeconómico de los huracanes "Stan" y "Wilma" en la República Mexicana en 2005*, SEGOB/CENAPRED/CEPAL, México.
- García, Plutarco Emilio. 2004. "Conflictos agrarios y pueblos indios: de la contrarreforma agraria a los llamados focos rojos", en: Úrsula Oswald Spring (ed.). *Resolución no violenta de conflictos en sociedades indígenas y minorías*, Coltlax, CLAIP, Fundación IPRA, F. Böll, Mexico, 261-274.
- GLADA: Global Land Degradation Assessment. 2008. *Drought and Desertification in Africa*. UN-Economic and Social Council, Nairobi.
- Gobierno de México y CONAFOR. 2007. *Programa Nacional de Acción Contra la Degradación de las Tierras (Desertificación) y Mitigación de los Efectos de la Sequía (2007-2030)*, México, en: [http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/desertificacion/PACDS\\_2030.pdf](http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/desertificacion/PACDS_2030.pdf).
- GuhaSapir, Debarati, D. Hargitt y P. Hoyois. 2004. *Thirty Years of Natural Disasters 1974-2003: The Numbers*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Louvaina.
- Held, David y Anthony McGrew (eds.). 2007. *Globalization Theory: Approaches and Controversies*, Polity Press, Cambridge.
- Hogg, Michael A. y Dominic Abrams. 1988. *Social Identification: A social Psychology of Intergroup Relations and Group Processes*, Routledge, Londres.
- Homer-Dixon, Thomas. 1999. *Environment, Scarcity, and Violence*, Pinceton University Press, Princeton.
- y Jessica Blitt (eds.). 1999. *Ecoviolence. Links among environment, population, and security*, Rowman and Littlefield, Lanham.
- Ibarra Muñoz, David. 2007. "Derechos humanos y realidades sociales", en: José Luis Calvo (coord.). *Derechos y políticas so-*



- ciales, Agenda para el Desarrollo*, vol. 12, IIEC-UNAM, Miguel Ángel Porrúa, Cámara de Diputados, México, 19-46.
- Iglesia Católica: Catholic Church. 2008. *Survey on Gender Violence of Migration*, Catholic Church, San Antonio, Texas.
- IOM: International Organization for Migration. 2008. *Climate Change and Migration: Improving Methodologies to Estimate Flows*, *iom Migration Research Series*, núm. 33, IOM, Ginebra.
- IOM MC/INF/288. 2007. *Discussion Note: Migration and the Environment*, IOM2, Geneva, at: <[http://www.iom.int/jahia/webdav/site/myjahiasite/shared/shared/mainsite/microsites/IDM/workshops/evolving\\_global\\_economy\\_2728112007/MC\\_INF\\_288\\_EN.pdf](http://www.iom.int/jahia/webdav/site/myjahiasite/shared/shared/mainsite/microsites/IDM/workshops/evolving_global_economy_2728112007/MC_INF_288_EN.pdf)>.
- IOM. 2003. *Trade and Migration* (Geneva: IOM), at: <[http://www.iom.int/jahia/webdav/site/myjahiasite/shared/shared/mainsite/microsites/IDM/workshops/Trade\\_2003\\_12141103/final\\_report.pdf](http://www.iom.int/jahia/webdav/site/myjahiasite/shared/shared/mainsite/microsites/IDM/workshops/Trade_2003_12141103/final_report.pdf)>.
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate Change 2007. Working Group 2: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Mitigation; "Summary", en: <<http://www.ipcc-wg2.org/>>.
- . 2007a. *Climate Change 2007. Working Group 3: Mitigation and Climate Change*; Summary, en: <<http://www.mnp.nl/ipcc/docs/FAR/ApprovedSPM0405rev4b.pdf>>.
- . 2007b. *Working Group II Contributions to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers*; en: <<http://www.ipcc.ch/SPM6avr07.pdf>>.
- ISDR, International Strategy for Disaster Reduction. 2009. "UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction", en: <http://www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html>.
- Leemans, Rik. 2009. "The Millennium Ecosystem Assessment: Securing Interactions between Ecosystems, Ecosystem Services and Human Well-being", en: Brauch, Hans Günter *et al.* (eds.). *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer, Berlin: 53- 62.
- Leighton Schwartz, Michelle, J. Jessica *et al.* 1994. *Desertification and Migration: Mexico and the United States*, US Commission on Immigration Reform, Washington, D.C.
- Lenton, Timothy, Hermann Held, Elmar Kriegler, Jim Hall, Wol-

- fgang Lucht, Stefan Ramsdorf y Hans Joachim Schellnhuber. 2008. "Tipping elements in the Earth's climate system", en: *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)* 105(6) (12 de febrero): 1786-1793.
- León Portilla, Miguel. 1959. *Visión de los Vencidos*, UNAM, IIH, México.
- . 1961. *Los antiguos mexicanos a través de sus crónicas y cantares*, FCE, México.
- . 1979. *La filosofía náhuatl estudiada en sus fuentes*, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- . 2004. *El reverso de la conquista*, Joaquín Motriz, México.
- Lozano, Fernando A. y Todd Sorensen. 2008. "Mexican Immigrants, the Labor Market and the Current Population Survey: Seasonality Effects, Framing Effects, and Sensitivity of Results", IZA Discussion Papers 3301, Institute for the Study of Labor (IZA), Bonn.
- MA: Millennium Environmental Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*, World Resource Institute, Washington, D.C.
- Moscovici, Serge. 1976. *Social Influence and Social Change* Academic Press, Cambridge.
- MunichRe. 2008. *Annual Report, Knowledge at work*, MunichRe, Munich.
- National Hurricane Center. 2006; April 6). "Dennis, Katrina, Rita, Stan, and Wilma "Retired" from List of Storm Name". National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://www.noaa.gov/stories2006/s2607.htm>. Retrieved April 27, 2010.
- Oswald Spring, Úrsula. 2008. *Gender and Disasters. Human, Gender and Environmental Security: A HUGE Challenge*, Source núm. 8, UNU-EHS, Bonn.
- . 2011. "Social Vulnerability, Discrimination, and Resilience-building in Disaster Risk Reduction" en: Brauch *et al.* (eds.). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*, Berlin, Springer Verlag: 1169-1188.
- . 2009. "A HUGE Gender Security Approach: Towards Human, Gender and Environmental Security", en: Hans Günter Brauch *et al.* (eds.): *Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín: 1165-1190.

- . 2009a. “Food as a New Human and Livelihood Security Challenge”, en: Brauch *et al.*: *Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín: 471-501.
- y Hans Günter Brauch. 2011. “Coping with Global Environmental Change—Sustainability Revolution and Sustainable Peace”, en: Brauch *et al.* (eds.). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*, Berlin, Springer Verlag: 1441-1450.
- y Hans Günter Brauch. (eds.). 2009. *Reconceptualizar la seguridad en el siglo xxi*, CRIM/ CCA/ CEIICH-UNAM y Senado de la República, México.
- y Hans Günter Brauch. 2009a. *Securitizar la tierra. Aterrizar la seguridad*, UNCCD, Bonn.
- PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2009. *Informe sobre Desarrollo Humano 2009: Superando barreras: Movilidad y desarrollo humanos*, PNUD, Nairobi.
- Perpiñan, Mary Soledad, María Eugenia Villareal y Úrsula Oswald Spring. 2009. “Gender Security in South East Asia and Trafficking of Children for Sexual Exploitation in Central America: HUGE Security Challenges”, en: Brauch *et al.*: *Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Springer Verlag, Berlín: 1191-1215.
- Pew Hispanic Center. 2009. *A Portrait of Unauthorized Immigrants in the United States*, Report, April 14th, Pew Hispanic Center, Washington, D.C.
- . 2009a. *Hispanics and the Economic Downturn: Housing Woes and Remittance Cuts*, Report, 8th of January, Pew Hispanic Center, Washington, D.C.
- Reardon, Betty A. 1985. *Sexism and the War System*, Syracuse University Press, Nueva York.
- Renner, Michael. 1996. *Fighting for Survival. Environmental Decline, Social Conflict, and the New Age of Insecurity*, World Watch Institute, Nueva York.
- Riod.Mex. 2008. *Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras*, <[www.riodmex.org/documentos%20de%20descarga/00\\_Portada\\_e\\_Indice.pdf](http://www.riodmex.org/documentos%20de%20descarga/00_Portada_e_Indice.pdf)>
- Rojas Arvena, Francisco. 2009. En Oswald Spring, Úrsula y H. G. Brauch (eds.). 2009a. *Reconceptualizar la seguridad en el*

- siglo XXI, CRIM/CCA/CEIHC-UNAM, Senado de la República, México, 607-634.
- Safriel, Uriel y Z. Adeel. 2006. "Dryland Systems", en: Millennium Ecosystem Assessment (eds.). *Ecosystems and Human Well Being: Current State and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group*, Island Press, Washington, D.C.
- Sánchez Cohen, Ignacio, Úrsula Oswald Spring, Gabriel Díaz *et al.*, 2010. "Forced Migration by Climate Change in Mexico. Some Functional Relationships", *Journal for International Migration* (en prensa).
- SEMARNAT/ INE: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. 2006. *Tercera Comunicación Nacional que México presentó ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, noviembre de 2006.
- SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*, Semarnat, México.
- Serrano Oswald, Serena Eréndira. 2009. "The Impossibility of Securitized Gender vis à vis 'Engendering' Security, en: Hans Günter Brauch *et al.* (eds.), *Facing Global Environmental Change*, Springer Verlag, Berlin: 1143-1156.
- Stavenhagen, Rodolfo. 2010. "Compromiso ético y ciencias sociales", Ponencia leída durante el XXV aniversario del CRIM-UNAM, Cuernavaca, septiembre de 2010.
- Steffen, Will, A. Sanderson, P. D. Tyson *et al.*, 2003. *Global Change and the Earth System. A Planet Under Pressure*, Springer Verlag, Berlín.
- Thywissen, Katharina. 2006. *Components of Risk. A Comparative Glossary*, Source 2, UNU-EHS, Bonn.
- Tickner, Arlene y Ann C. Mason. 2008. "Agents of Insecurity in the Andes: Transregional Crime and Strategic Relations", en: Brauch *et al.* (eds.). *Globalization and Environmental Challenges: Reconceptualizing Security in the 21st Century*. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, Springer-Verlag, Berlin: 449-456.
- UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2008. *Los pueblos indígenas y tradicionales y el cambio climático*, en: [http://cmsdata.iucn.org/downloads/uicn\\_pueblos\\_indigenas\\_y\\_cambio\\_climatico\\_version\\_resumida.doc](http://cmsdata.iucn.org/downloads/uicn_pueblos_indigenas_y_cambio_climatico_version_resumida.doc).
- UNCCD-SEMARNAT. 2006. *Tercer Informe Nacional México 2002-2005*.

- UNCCD-SEMARNAT, en: <http://www.unccd.int/cop/reports/lac/national/2006/mexico-spa.pdf>.
- UNIFEM: United Nations Development Fund for Women. 2009. *El Progreso de las Mujeres en el Mundo, 2008/2009. ¿Quién responde a las mujeres? Género y Rendición de Cuentas*, UNIFEM, Nueva York.
- Villagrán de León, Juan Carlos. 2006. *Vulnerability. A Conceptual and Methodological Review*, Source, 4/2006, UNU-EHS, Bonn.
- Villanueva Díaz, J., J. Cerano Paredes, D.W. Stahle, J. Estrada Avalos, V. Constante García. 2008. "Potencial dendrocronológico de *Pseudotsuga menziesii* (mirb.) franco y reconstrucciones de precipitación y flujo en México". *Folleto Científico* núm. 23, INIFAP CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango.
- Waever, Ole. 2009. "Paz y seguridad: dos conceptos en evolución y su relación cambiante", en: Oswald Spring, Úrsula y Hans Günter Brauch (eds.): *Reconceptualizar la seguridad en el siglo XXI*, CRIM/CCA/CEIICH-UNAM y Senado de la República, México, 71-101.



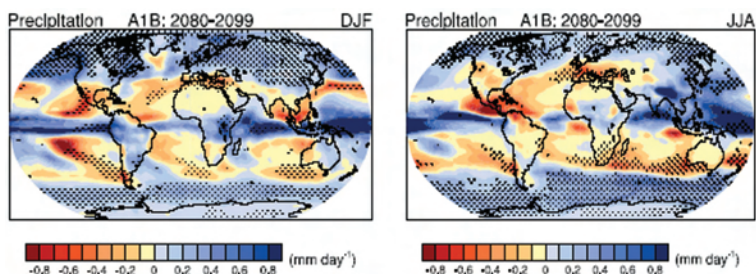
## Los servicios hidráulicos: riesgos y oportunidades

Blanca Jiménez e Inés Navarro

### Qué cambios se esperan

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Arnell *et al.*, 2008) revisó diversas investigaciones que muestran cómo las variaciones del clima afectan al agua como recurso; por lo que a partir de las proyecciones de cambio climático que se han hecho para el futuro, concluye que éste será un recurso muy vulnerable. En este sentido, principalmente preocupan los efectos que se tengan tanto en la cantidad como en la calidad de lo que se denomina el “agua dulce”. Ésta es el agua que no se encuentra en los océanos y que sirve para el desarrollo de asentamientos humanos, industria y agricultura al igual que para el buen funcionamiento de los ecosistemas del planeta.

Las estimaciones realizadas (figura 1) por el Panel antes mencionado sugieren que con una alta probabilidad habrá una menor precipitación media anual en las regiones donde siempre ha llovido menos y que son las ubicadas en donde hoy en día se encuentran las zonas áridas y semiáridas; en tanto que en donde siempre ha llovido caerá más agua. Para las zonas con escasa precipitación pluvial la situación es más preocupante, ya que la



**Figura 1.** Promedio de quince modelos que muestran cambios en la precipitación para DJF y JJA, los cambios presentados son para los escenarios SRES A1B, 2080-2099 en relación con 1980 y 1999. El punteado son las áreas donde se tiene la mayor desviación estándar entre los modelos (IPCC, 2007).

menor precipitación se combina con el aumento de la temperatura atmosférica global (IPCC, 2008) que hará que la menor agua que caiga se evapore más fácilmente y se pierda como recurso. Además de estos cambios en la cantidad de lluvia, se espera que en un futuro su distribución a lo largo del año sea diferente. La tendencia general es hacia tener periodos de lluvia más cortos aunque posiblemente con precipitaciones más intensas, lo que en términos de disponibilidad conduce a tener una menor confiabilidad para el suministro de agua.

En este contexto, México se ubica en ambas regiones, por lo que en el futuro podría experimentar: (a) Una reducción de la precipitación pluvial (zona centro y norte); (b) Un incremento en la frecuencia e intensidad de lluvias y con ello un mayor riesgo de inundaciones en el sur; y, (c) Un incremento en la intensidad y duración de las sequías. En adición, como resultado de la elevación del nivel del mar se espera una mayor intrusión salina en acuíferos costeros. Como resultado de todo lo anterior, la disponibilidad del agua se modificará de forma natural y no siempre en forma positiva. Efectos a los cuales se deben sumar los que el hombre provoca y que alteran el ciclo natural del agua.

Este capítulo tiene el propósito de explicar al lector cuáles serán los principales efectos del cambio climático en la disponibilidad del agua y qué se puede hacer para aminorar los impactos negativos, o bien, sacar ventajas de algunos de ellos para transformarlos en positivos; a continuación se estructuraron como preguntas los efectos que se consideran pueden ser de interés.

### *¿Alcanza el agua en México?*

La disponibilidad del agua se refiere a la cantidad de agua (dulce) renovable que se encuentra en una región. Esta cantidad se estima de forma aproximada a partir de la cantidad de lluvia que cae en forma anual menos la cantidad de agua que se evapora. Si llueve menos o se evapora más agua a lo largo del año, entonces la disponibilidad de agua renovable será menor. Para medir en forma más efectiva la disponibilidad se usa el índice de disponibilidad per cápita; que se refiere a la cantidad de agua renovable dividido entre el número de gente que vive en un región. Como bien se puede pensar, si en una región hay mucha



gente entonces la disponibilidad de agua es menor, independientemente de que haya cambio climático o no. Y, en realidad éste es un motivo por el cual en muchas zonas del país, en especial en el altiplano, ya hay problemas de escasez (figura 2).

La disponibilidad promedio para el país es de aproximadamente 4,300 m<sup>3</sup>/hab-año, pero varía de 24,000 m<sup>3</sup>/hab-año en la región hidrológica de la frontera sur a sólo 165 metros cúbicos por habitante por año para la región del Valle de México (CONAGUA, 2010). También, el agua puede escasear si además de usarla para suministro de agua potable a las ciudades en una región, se emplea para abastecer a la industria y/o para el riego agrícola. Esto se llama competencia por el agua, es decir, existen diversos usuarios que quieren usar la misma agua y ésta no alcanza. Esto se mide mejor por medio del índice conocido como intensidad de uso, o de “estrés hídrico”. En general se acepta que cuando el índice de intensidad de uso es mayor al 20% hay problemas de escasez y la competencia por el agua es fuerte. En



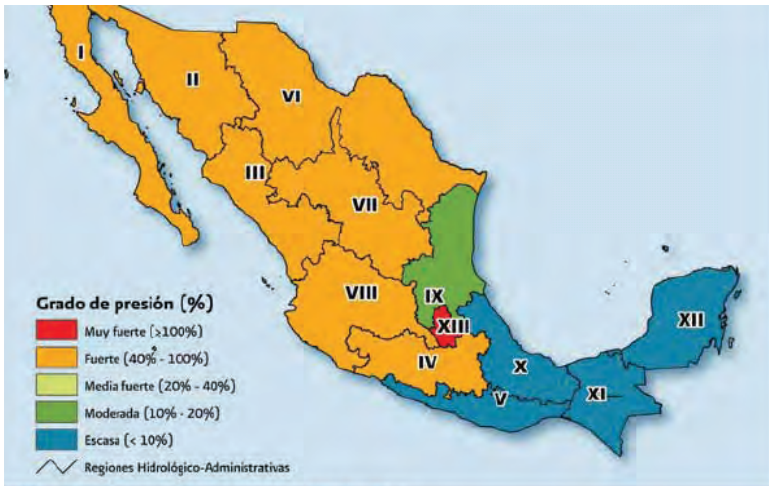
**Figura 2.** Disponibilidad de agua per cápita en México. Adaptado de CONAGUA (2010).

estos términos, México tiene un índice promedio de intensidad de uso de 17%, aunque para la región del Valle de México, este índice asciende a 155% (figura 3). Además, este índice deja ver que la competencia por el agua en la zona centro y norte del país es intensa.

Por otra parte, la disponibilidad del agua es afectada por su calidad. En una región puede haber mucha agua pero por estar contaminada o salada simplemente no se puede usar.

Existen desde hace tiempo problemas de disponibilidad en términos de cantidad y calidad, no sólo en México sino en muchos otros países; la humanidad se ha adaptado a ello por medio de diversas prácticas que se aplican en los servicios de agua.

Por ejemplo, si en una cuenca la precipitación pluvial es mínima, se transporta agua de otra cuenca o se explota el acuífero; si no llueve durante todo el año entonces se construyen presas para almacenar agua, o bien, si el agua está contaminada entonces se trata para poder usarla. Es decir, nos adaptamos. Tecnológicamente se cuenta con todos los medios para adaptarse, pero el problema es que ello tiene un costo y por eso se habla



**Figura 3.** Índice de intensidad de uso de agua en México. Fuente: CONAGUA (2010).

de otra forma de medir la suficiencia de agua y es a través de la disponibilidad económica. Es decir, puede haber agua pero el costo para aprovecharla no puede ser pagado por una comunidad. Nuestro país también sufre de disponibilidad económica del agua, en especial en las zonas pobres del sur del país.

A futuro, de no redistribuirse geográficamente el crecimiento poblacional y las actividades económicas del país, habrá más problemas de agua en el centro y norte de éste.

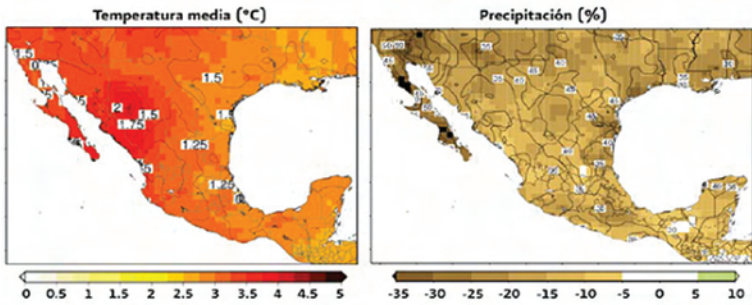
### *¿Cómo va a afectar la disponibilidad de agua en México con el cambio climático?*

Como se mencionó, México es un país vulnerable a los problemas de agua. Además, diversos estudios (Conde *et al.*, 1997; Hulme y Sherd, 1999; Morales *et al.*, 2001; Mendoza *et al.*, 2004; Hernández y Valdez, 2004; Mendoza-Salgado, 2006; Martínez-Austria, 2007) señalan que el cambio climático afectará la temperatura y los niveles de precipitación de manera diferente en las diversas regiones del país (figura 4), generando severas sequías o inundaciones. Estos escenarios se suman al incremento del consumo de agua esperado para todos los usos (municipal, industrial y agrícola) en un futuro. Esta combinación ubica al país en una situación de alta vulnerabilidad en los recursos hídricos (Martínez-Austria, 2007).

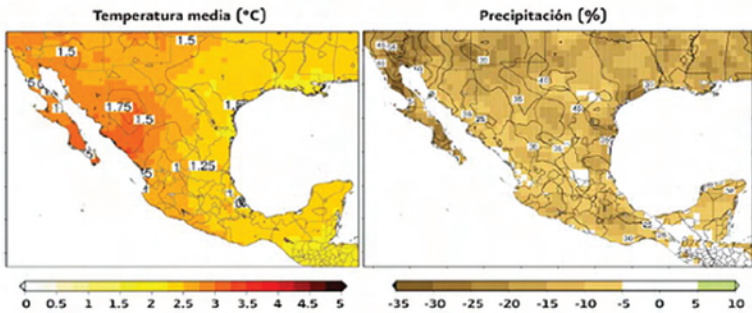
De hecho, ya se ha observado que entre 1960 y 2007 la precipitación pluvial anual se redujo a un ritmo de 0.4% en promedio. Así, durante las décadas de los cincuenta y sesenta se registraron niveles promedio de precipitación superiores a los 1,000 mm mientras que para la década de los noventa se redujo a 872 mm, y en los últimos seis años ha sido de tan solo de 800 mm (figura 5). Aún cuando las causas no han sido bien establecidas (Galindo, 2009), lo que sí ha sido notorio es una mayor escasez de agua.

Las previsiones futuras muestran que sin cambio climático, y bajo el esquema actual de uso de agua, a futuro la presión por el recurso será muy fuerte en varios estados pero en los del sur no habrá problemas (figura 6), y que a causa del cambio climático (figura 7) prácticamente en todo el país habrá problemas por el agua.

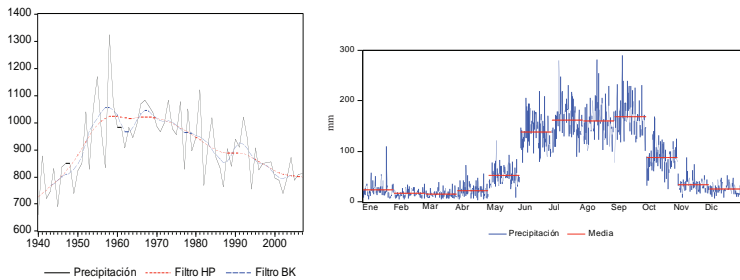
a) Escenario A2 (altos)



b) Escenario de emisiones A1B (medias)



**Figura 4.** Escenarios de cambio climático para México desarrollados por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Fuente: Galindo (2009).



**Figura 5.** Variación histórica de la precipitación pluvial. Fuente: Galindo (2009).



**Figura 6.** Escenario de grado de presión (máxima) sobre el recurso agua al 2030 considerando tendencias en población, PIB y agricultura.  
Fuente: INE (2007) e Ibararán y Rodríguez (2007).



**Figura 7.** Grado de presión cuando se consideran las proyecciones socioeconómicas para 2030 y escenarios de cambio climático.  
Fuente: Ibararán y Rodríguez (2007).

*¿Cómo afectarían los cambios en cantidad de agua disponible a la vida diaria y qué se puede hacer?*

Puesto que el agua la usamos para muchas cosas en la vida diaria, los cambios que ocurran en la disponibilidad ya sea por calidad o cantidad pueden afectarnos de muchas maneras. La principal sería en contar con menos agua para uso doméstico, debido a que haya una menor precipitación. Para controlar estos efectos, e incluso sin que haya cambio climático, es importante desarrollar prácticas de uso eficiente de agua, no sólo por los usuarios, es decir por nosotros en nuestras casas sino también por parte del gobierno.

En cuanto a las medidas de uso eficiente de agua a nivel doméstico destaca el empleo de muebles (excusados, llaves, regaderas, etc.) de bajo consumo de agua. Por ejemplo, un excusado normal gasta de 20 a 30 l por descarga, en tanto que otro de bajo consumo tan sólo emplea de 6 a 8 l por descarga. Entre las medidas de uso eficiente por parte del gobierno hay varias y, de hecho, en volumen son más importantes que las domésticas. Éstas son el control de las fugas de la red, en la cual a nivel nacional se pierde en promedio 40% de agua, el reuso de agua y, más que nada, una buena planeación y manejo del recurso con visión de largo plazo.

Además, para reducir la competencia entre los usuarios, es importante que las industrias reciclen el agua y que la agricultura reúse agua empleada por la industria o los municipios después de tratamiento. En ambos casos, tanto industria como agricultura, deben buscar formas para sólo emplear el agua que realmente requieren.

*¿Qué problemas habría por la modificación de la estacionalidad del periodo de lluvias y qué se puede hacer?*

El problema de cambios en la estacionalidad del periodo de lluvias se refiere a que no habría agua todo el año en cantidad suficiente, y ello sólo es crítico en los sitios donde se emplea como fuente de suministro el agua de lagos o presas. Ésta es una situación que muchos de nosotros hemos experimentado incluso varias veces, tanto para uso municipal, agrícola o industrial (en especial para operaciones de enfriamiento). Para remediar la falta temporal de agua se tienen que construir presas, tanques de almacenamiento, o bien almacenar el agua en acuíferos en donde además el agua se evapora mucho menos.

*¿Si por el cambio climático se intensifican las lluvias intensas, entonces voy a tener más agua?*

En principio, por lluvias intensas sí hay más agua, pero si no se construyen las obras apropiadas para almacenarla, tratarla y distribuirla entonces no se podrá sacar ventaja de esta situación. Afortunadamente, la primera y la tercera actividad son bien conocidas por quienes manejan la infraestructura hidráulica pero la segunda sí puede representar cambios a futuro. Cuando hay lluvias muy fuertes, la escorrentía pluvial —es decir la lluvia que escurre por el suelo— arrastra contaminantes a las fuentes de agua creando picos de contaminación en las plantas potabilizadoras que no se pueden controlar con los procesos que usualmente se han empleado para potabilizar agua. Por ello, con ciertos escenarios de cambio climático en los que hay lluvias muy intensas, es importante contar con otro tipo de infraestructura.

A causa de lluvias extremas se han constatado epidemias masivas por consumo de agua potabilizada, incluso en países

desarrollados. De manera esquemática se considera que una lluvia extrema puede incrementar la necesidad de tratamiento para la potabilización en más de 100 veces. Situaciones como ésta demuestran lo endeble que puede ser incluso un sistema moderno de agua y en correcto funcionamiento. Por lo que es importante, por una parte, conocer la variación del clima para modificar la operación de las potabilizadoras en caso de lluvia extrema y, por otra, conocer la calidad del agua de la llave que se consume.

*¿En qué afecta la disponibilidad del agua el que haya intrusión salina?*

Muchas ciudades y comunidades que se ubican en las costas usan como fuente de agua potable los acuíferos locales en los cuales la elevación del nivel del mar provoca que el agua salada entre a éstos (intrusión salina). Aunque ello no afecta la cantidad de agua que hay, sí modifica la calidad pues el agua se sala, y su remoción es muy costosa. Se estima un costo de 4 a 10 pesos por m<sup>3</sup> para desalar el agua con ósmosis inversa, que varía en función de qué tanto se afecte el agua. En contraste, el tratamiento de agua no salada de un acuífero cuesta cerca de 0.5 pesos por metro cúbico, ya que sólo se refiere a la desinfección con cloro.

*¿Existen otros efectos por la contaminación?*

Sí. Tradicionalmente, el agua residual que generamos se trata para descargarla al ambiente hasta un nivel que es siempre inferior al nivel potable. Esto se hace así porque se considera que el ambiente puede hacer el trabajo final de depuración. De ahí la insistencia de descargar al agua sólo sustancias biodegradables. La biodegradación se realiza en ríos y lagos con ayuda del oxígeno que está disuelto, ya que los microorganismos que se encargan de la biodegradación son aerobios. Al elevarse la temperatura de la atmósfera, se eleva también la del agua y con ello la cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua es menor. Ello ocurre pues los gases, a diferencia de los sólidos, se disuelven en menor cantidad en agua caliente que en fría. Puesto que

el oxígeno disuelto del agua es el que se usa para biodegradar, el hecho que haya menos reduce la capacidad de autodepuración. Esta situación obligará a tratar a un mayor nivel el agua residual en las plantas de tratamiento. Por ello, es importante desarrollar mejores y más baratas tecnologías de depuración.

*¿En términos económicos, son importantes los efectos del cambio climático en el sector hídrico?*

Sí son muy importantes. De acuerdo con Galindo (2009) los costos negativos totales que el cambio climático ocasionará en el sector agua representan entre 40 y 60% del total.

*¿Cómo debe cambiar el gobierno su forma de manejar el agua para enfrentar el cambio climático?*

La forma actual de administración del agua no es lo suficientemente robusta para enfrentar los impactos del cambio climático en términos de la confiabilidad para el suministro de agua potable, la atención al riesgo de inundaciones, o la protección de la salud. En muchas partes, de hecho el manejo del agua no es capaz ya de responder a la variabilidad climática actual y por ello se observan problemas importantes por inundaciones y sequías. Como un primer paso para la adaptación de largo plazo, se requiere incorporar la información sobre la variabilidad climática para contribuir a un mejor manejo del agua.

*¿Debe el gobierno mejorar el manejo del agua sólo a causa del cambio climático?*

No. Es importante que el gobierno se dé cuenta que los problemas actuales que se tienen en los servicios de agua se agravarán en el futuro por la tendencia actual del crecimiento poblacional, el modelo de desarrollo económico y social, y el propio manejo desintegrado del recurso. En este contexto, el cambio climático sólo es una variable adicional que incrementará muchos de los problemas observados. México inicia el reto de afrontar el cambio climático con un bajo nivel de servicios de agua, en particular



para las zonas rurales y los sistemas de saneamiento en general. Ello a pesar de que de acuerdo con el producto interno bruto (PIB) del país pudiéramos aspirar a tener mucho mejores servicios, al igual que los que tienen países con capacidad económica similar.

### *¿Qué podemos hacer?*

- Desarrollar infraestructura para captar y almacenar el agua en los sitios donde la precipitación pluvial se incrementa, o bien, haya una mayor variabilidad en la precipitación.
- Considerar el almacenamiento de agua en acuíferos como una opción de bajo costo, con alta capacidad y en donde se evapora menos el agua.
- Contar con plantas potabilizadoras y depuradoras con tecnologías que puedan tratar adecuadamente volúmenes de agua con calidad y en cantidad variable.
- Reusar, reciclar y ahorrar agua durante su empleo en los sectores doméstico, industrial y agrícola.
- Planear los asentamientos humanos y sus actividades, considerando la cantidad y calidad del agua disponible.
- Desarrollar estrategias de adaptación para manejar tanto el suministro como la demanda de agua.
- Desarrollar medidas de adaptación que consideren el manejo integrado de los recursos de agua y que consideren los aspectos sociales, económicos, ambientales, y de capacidad institucional.
- Mejorar el entendimiento y la modelación de los cambios del clima en relación con el ciclo hidrológico en escalas relevantes para la toma de decisiones.

### *Conclusiones*

De lo anterior expuesto, se desprende que los efectos del cambio climático en la disponibilidad del agua pueden ser tanto positivos como negativos, pero para aprovechar los primeros y controlar los segundos es importante que el gobierno, en sus tres niveles, tenga presente los mismos. En especial por que la situación actual del país es en sí misma preocupante en términos

de escasez de agua, competencia del recurso, sequías e inundaciones, por tanto, para que sea posible enfrentar los nuevos retos, es preciso primero abatir los rezagos.

### Bibliografía

- Arnell, A. *et al.* 2008. *Climate Change and Water*. In: Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu, & J.P. Palutikof (eds.) 2008. *Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC Secretariat.
- CONAGUA. 2010. *Estadísticas del Agua en México*, edición 2010. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conde, C., D. Liverman, M. Flores, R. Ferrer, R. Araujo, E. Betancourt, G. Villareal y C. Gay. 1997. "Vulnerability of rainfed maize crops in Mexico to climate change". *Climate Research*, 9, pp.17-23.
- Galindo, L. (coord.). 2009. *La Economía del Cambio Climático en México*. México: SEMARNAT-INE.
- Hernández, M. E. y Valdez G. M. 2004. *Sequía meteorológica I*. [Online] México: Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: [www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/hernandez.html](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/hernandez.html).
- Hulme, M. y N. Sheard. 1999. *Escenarios de Cambio Climático para Mesoamérica*. Folleto [Online] Unidad de Investigación Climática, Universidad de Norwich, Reino Unido. Disponible en: [www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/mesoamer.span.pdf](http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/mesoamer.span.pdf).
- Ibarrarán, M. E. y Rodríguez, M. 2007. *Estudio sobre Economía del Cambio Climático en México*. Contrato: INE/ADE-008/2007. Puebla, México: INE-Universidad Iberoamericana Puebla.
- INE. 2007. *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México: Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)] Cambridge University Press.
- . 2008. *Climate Change and Water. Technical Paper VI*.

- Geneva: Bates, B. C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. y Palutikof, J. P. (eds.). IPCC Secretariat.
- Martínez-Austria, P. 2007. *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*. México: IMTA-SEMARNAT.
- Mendoza, V. M, E. E. Villanueva y L. E. Maderey. 2004. "Vulnerabilidad en el Recurso Agua de las Zonas Hidrológicas de México ante el Cambio Climático Global". En: Martínez, J. y A. Fernández, 2004. *Cambio climático: una visión desde México*. México: INE-SEMARNAT, pp. 215-226.
- Mendoza-Salgado, R. A., Lechuga-Deveze, C. H., A. Ortega-Rubio. 2006. "Influence of rainfall on a subtropical arid zone coastal system". *Journal of Arid Environments*, 66, pp.247-256.
- Morales, P. R., V. Magaña, C. M. Barrera y J. L. Pérez. 2001. *Los efectos del calentamiento global en la disponibilidad de los recursos hidráulicos en México*. Proyecto HC 0112. México: IMTA-CNA.

#### Bibliografía sugerida y sitios web

- Climate Change and Water. IPCC Technical Paper VI*. Geneva: Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. and Palutikof, J. P. (eds.). IPCC Secretariat. En: [www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf)
- Video con respuestas sobre cambio climático: <http://news.sbs.com.au/insight/episode/index/id/302>
- Red global para profesionales del agua en International Water Association: <http://www.iwahq.org/Home/>
- UN-HABITAT Programa de la ONU acerca de las ciudades y el desarrollo <http://www.unhabitat.org/>
- Portal del Agua (PHI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO): <http://www.unesco.org/new/es/unesco/>  
[http://www.unesco.org/water/ihp/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/ihp/index_es.shtml)
- Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional: [http://www.imta.mx/conamexphi/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=94](http://www.imta.mx/conamexphi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=94)
- Dr. Kathleen Miller Climate Change and Water Research Website: [http://www.isse.ucar.edu/water\\_climate/index.html](http://www.isse.ucar.edu/water_climate/index.html)

Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC) Website:  
<http://www.waterandclimate.org/>  
Climate Institute Website: <http://www.climate.org/topics/water.html>  
Climate Change-Health and Environmental Effects–EPA USA Website: <http://www.epa.gov/climatechange/effects/water/>  
Water and Climate Bibliography Website at: <http://biblio.pacinst.org/biblio/>  
The Water Page–Climate Change Website: [http://www.africanwater.org/climate\\_change.htm](http://www.africanwater.org/climate_change.htm)

# El reto de los 2°C y el transporte en México

*Xochitl Cruz Núñez*

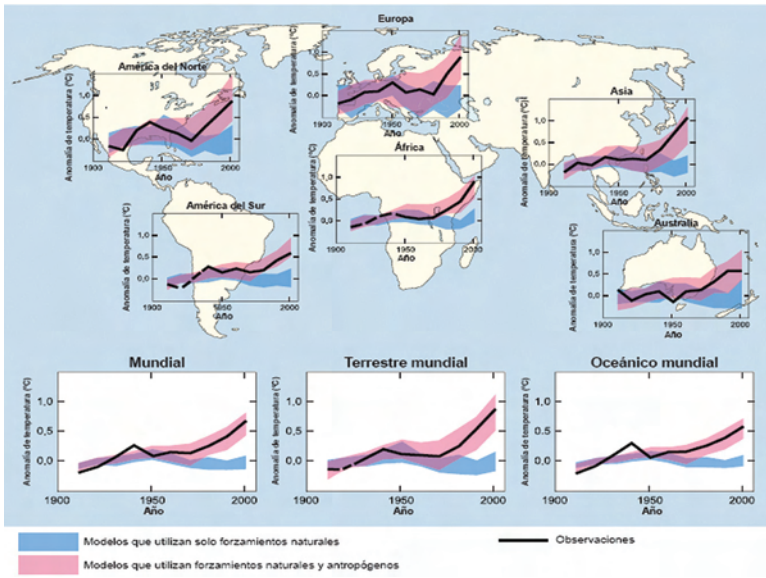
## *Introducción*

El riesgo de un aumento desmedido de los gases de efecto invernadero había sido advertido desde finales del siglo XIX por S. Arrhenius (1896) quien inició un artículo científico con la pregunta "... ¿Está la temperatura de la superficie terrestre influenciada de alguna manera por la presencia de los gases que absorben calor?" (1896: 237) Mediante algunos cálculos determinó el número de veces en que se debería multiplicar el nivel del ácido carbónico para promover el deshielo del ártico y estimó, entre otros, un calentamiento mayor del hemisferio norte con respecto al sur.

El cambio climático es una realidad (IPCC, 2007). Los gases de efecto invernadero, entre los que se encuentran el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), y la familia de los clorofluorocarbonos (CFC) han aumentado a partir de la revolución industrial de manera evidente junto con el aumento de la temperatura terrestre y oceánica (figura 1). Mediante el análisis de los datos históricos y paleoclimáticos disponibles, los científicos han evaluado los cambios en la temperatura del planeta. El cuarto informe de evaluación del IPCC señala que "el calentamiento desde 1979 en CRUTEM3<sup>1</sup> ha sido de 0.27°C por década para el planeta", con diferencias de "0.33 y 0.13°C por década para los hemisferios norte y sur, respectivamente". El reporte indica que, además, se confirmó un aumento concomitante en la temperatura troposférica (IPCC, 2007b). Debido a su propiedad de producir un efecto invernadero, el aumento en la concentración de estos gases en la atmósfera ha contribuido, con una probabilidad mayor de 90%, al aumento en la temperatura global del planeta (IPCC, 2007b).

Por segunda vez en la historia de la humanidad el reto de tomar acciones rápidas y definitivas (la primera fue el agotamiento

<sup>1</sup> CRUTEM3 (CRU/Hadley Centre gridded land-surface air temperature version 3; CRUTEM3) es un modelo de análisis de datos.



**Figura 1.** Cambios en la temperatura terrestre y oceánica. Las líneas azules representan una simulación del cambio en la temperatura sin la inclusión de las actividades humanas. La rosa considera la actividad humana. La línea continua es el cambio real.

Fuente: Tomado del Informe para los tomadores de decisiones (IPCC, 2007).

to de la capa de ozono) demanda la aglutinación de los países alrededor de la búsqueda de soluciones para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero y evitar así una catástrofe de dimensiones planetarias.

### *Los acuerdos de Copenhague*

La Conferencia Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), fundada en 1992 para lograr acuerdos entre los países en torno al cambio climático, ha logrado reunir a cerca de 192 países y hace un esfuerzo cada vez mayor para obtener compromisos de reducción de sus emisiones. En la conferencia de Copenhague, en diciembre de

2009, se logró un acuerdo de aceptación de la responsabilidad compartida pero diferenciada de los diversos países y la ratificación para limitar el crecimiento de la temperatura hasta 2°C en el largo plazo mientras se intenta acordar un límite de 1.5°C. Esto significa que aún cuando todos los países emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera, se acepta que los países menos desarrollados son más vulnerables a los cambios derivados de una historia de emisiones no controladas y que, además, no cuentan con los recursos financieros, de infraestructura, tecnología ni educación adecuados para afrontar, desde hoy, el reto de reducir los gases que se emiten en sus países.

Para alcanzar ese límite de temperatura, a través de la estabilización de la concentración gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> en 450 ppm,<sup>2</sup> se requerirán de grandes esfuerzos por los países en desarrollo y se requerirá el apoyo de los desarrollados para ello, por lo que pocos son optimistas en que el intervalo de 25 a 40% de reducción para lograr lo anterior pueda alcanzarse para el año 2020 (Macintosh, 2010).

Sin embargo, los avances que se han logrado son considerables y los denominados países del Anexo 1 (o países desarrollados) han establecido en su mayoría compromisos para lograr reducciones, como se observa en la tabla 1.

En la tabla 2 se presentan los compromisos contraídos por algunos países No-anexo 1, o en desarrollo.

La meta global de no sobrepasar los 2°C de diferencia media global sobre los valores de temperatura preindustriales es un desafío que enfrenta a los países con un cambio radical de su forma de vida, con la introducción de tecnologías limpias, de educación para el reciclaje, con la reducción del consumo de combustibles fósiles y la introducción de formas de energía renovables, entre otros factores.

<sup>2</sup> ppm: Partes por millón. Unidad de concentración de una sustancia que se encuentra en cantidades mínimas, en este caso de un gas en la atmósfera. Se refiere a una mol de la sustancia X (una molécula de dióxido de carbono, por ejemplo) por cada millón de moles. Se puede referir, asimismo, como gramos de un componente por cada millón de gramos de sustancia total.

**Tabla 1.** Compromiso de los países del Anexo I en la conferencia de los países de Copenhague, 2009.

<i>Países del Anexo I</i>	<i>Reducción de las emisiones para 2020</i>	<i>Año de referencia</i>
Australia	-5% hasta -15% o -25%	2000
Bielorrusia	-5-10%	1990
Canadá	17%	2005
Croacia	-5%	1990
Unión Europea (Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Suecia)	20-30%	1990
Islandia	30%	1990
Japón	25%	1990
Kasajistán	15%	1992
Lichenstein	20%	1990
Mónaco	30%	1990
Nueva Zelanda	10-20%	1990
Noruega	30-40%	1990
Federación Rusa	15-25%	1990
Suiza	20-30%	1990
Ucrania	20%	1990
Estados Unidos de América	17%	2005

Fuente: Tomado de <http://unfccc.int/home/items/5264.php>

### *La importancia de México en el concierto internacional*

Los compromisos de los países industrializados fueron contraídos en el Protocolo de Kioto. Sin embargo, los países del Anexo I incluyendo a Estados Unidos contabilizan menos de 50% de las emisiones totales. Afortunadamente, las emisiones de estos países



**Tabla 2.** Compromisos expresados por los países No-Anexo 1 en la conferencia de los países, Copenhague, 2009.

<i>Países No-Anexo 1</i>	<i>Acciones</i>
Afganistán	Comunica que va a desarrollar su inventario de GEI y a presentar su primera comunicación nacional.
Antigua y Barbuda	-25% con respecto a 1990 para 2020.
Armenia, Benin, Botswana, República Central Africana, Chad, Colombia, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Eritrea, Gabón, Ghana, Jordania, Mauritania, Mongolia, Perú, Madagascar, San Marino, Sierra Leona, Togo, Tunisia	No especifica valores de reducción pero sí enlista algunas acciones de mitigación
Bután	Declara que secuestra más carbono de lo que emite y que pretende mantener esa condición.
Botswana	No especifica valores de reducción pero sí afirma su voluntad de realizar acciones de mitigación.
Brasil	36.1 – 38.9% de reducción para 2020. Enlista acciones de mitigación con respecto a las proyecciones para ese año.
Camerún	Manifiesta la voluntad de aplicar acciones de mitigación y adaptación.
Chile	20% de la proyección BAU. <sup>a</sup> Hace hincapié en que requiere de ayuda financiera internacional para lograr dichos objetivos.
China	40 - 45% para 2020 con respecto a 2005.
Costa Rica	Delinea de manera general medidas para identificar "sectores relevantes" y áreas de oportunidad de reducción.
Georgia	Manifiesta que es un país muy castigado por la guerra, que reconoce la evidencia científica del cambio climático y que va a participar en las acciones de mitigación.
India	20 - 25% para 2020 con respecto a 2005.
Indonesia	26% para 2020. No señala referencia.

**Tabla 2.** Compromisos expresados por los países No-Anexo 1 en la conferencia de los países, Copenhague, 2009 (Cont.)

<i>Países No-Anexo 1</i>	<i>Acciones</i>
Israel	20% a 2020 BAU
Maldivia	Presenta su intención de realizar acciones con el objetivo de "alcanzar la neutralidad en carbono" para 2020.
Islas Marshall	40% de reducción respecto de los niveles de 2009 para 2020 dado que obtenga apoyo internacional.
México	30% debajo de los niveles del escenario BAU.
Marruecos	Enlista acciones de mitigación y cuantifica emisiones a reducir.
Papúa Nueva Guinea	Enlista acciones de mitigación y cuantifica costos.
República de Corea	30% debajo de los niveles del escenario BAU para 2020.
República de Moldovia	Reducción > 25% de emisiones respecto de 1990 para 2020.
Singapur	16% debajo de los niveles del escenario BAU para 2020.
Sudáfrica	34% debajo de los niveles del escenario BAU para 2020. Afirma que sus emisiones llegarán a un máximo entre 2020 y 2025, se mantendrá en una meseta por una década más y subsecuentemente, disminuirá. Declara que se requiere financiamiento y apoyo tecnológico y de infraestructura para alcanzar los objetivos.
La anterior Yugoslavia República de Macedonia	Enlista medidas de mitigación. Anexa su Plan de Mitigación.

Fuente: Desarrollado con información de <http://unfccc.int/home/items/5265.php>

<sup>a</sup> BAU – "Business as Usual". Proyección de emisiones si no se realizaran acciones de mitigación.

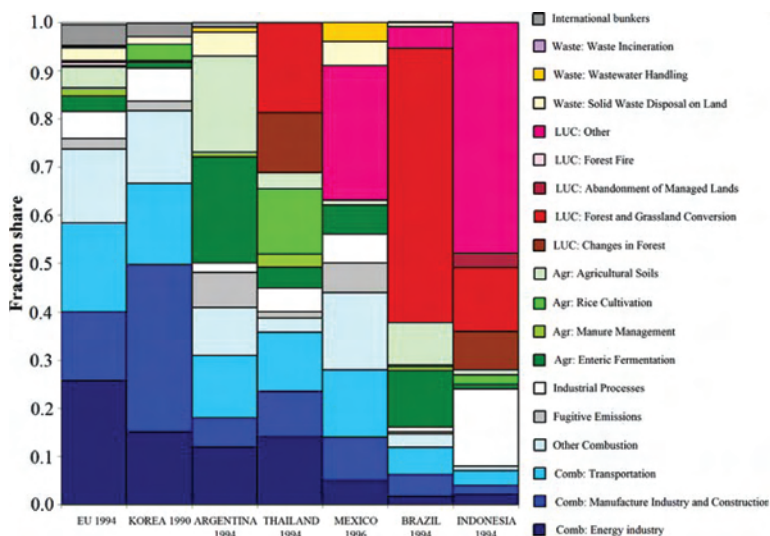
tienden a disminuir debido a los compromisos contraídos y la relativa facilidad de educación, economía, organización y tecnología para reducir sus emisiones. Por otro lado, los países “Cinco más”: Brasil, China, India, México y Sudáfrica, contabilizan, en conjunto, casi el 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con la energía a escala mundial (Rong, 2010). Las características de los países en desarrollo, entre las que están su PIB, su dinamismo económico, su tasa de crecimiento y la falta de una regulación formal frente a la UNFCCC, los colocan como potenciales emisores máximos en los siguientes años si no se toman acciones de mitigación definitivas e inmediatas.

### *El inventario de emisiones*

Con el fin de iniciar el proceso de reducción de emisiones, cada país debe realizar su inventario nacional de emisiones para identificar aquellos sectores que emiten más gases de efecto invernadero y así tomar acciones al respecto. El inventario de emisiones nacional se presenta a la UNFCCC mediante las denominadas “Comunicaciones nacionales”. México ha presentado cuatro comunicaciones nacionales. El inventario de emisiones consta, en general, de seis áreas o sectores generadores de emisiones: energía, procesos industriales, solventes y uso de productos, agricultura, uso de suelo y cambios en el uso del suelo y residuos, determinados con una metodología estandarizada.<sup>3</sup> Dentro del sector energía se incluyen aquellas actividades generadoras de energía, industriales, de transporte, domésticas y comerciales que consumen combustible para generar energía y, por tanto, que emiten principalmente dióxido de carbono. Este sector es el más importante en emisiones de dióxido de carbono mientras que los sectores agricultura, residuos y uso de suelo tienen un componente mayor en las emisiones de metano.

La estructura sectorial del inventario de emisiones permite establecer las áreas emisoras más importantes (sectores o fuen-

<sup>3</sup> La metodología estándar adoptada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático se puede encontrar en los “Lineamientos del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”, en la página <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6a.html>



**Figura 2.** Comparación de la estructura de emisiones sectoriales de algunos países.

Fuente: Cruz-Núñez, *et al.*, 2008.

tes clave) sobre los que deberán enfocarse los esfuerzos de reducción de emisiones. La estructura sectorial de algunos países semejantes a México se presenta en la figura 2, junto con la estructura del inventario de la Comunidad Europea, a modo de comparación.

En la figura 2, las tonalidades azules corresponden con las fuentes asociadas al sector energía mientras las verdes son las de agricultura y las rojas las fuentes de emisión asociadas al cambio de uso de suelo.

Resulta evidente que los países con bosques poco controlados y una fuerte presión demográfica —Tailandia, Brasil, México— tienen un fuerte componente de cambio de uso de suelo en sus inventarios de emisiones mientras los países más industrializados, como Corea o los de la Comunidad Europea, emiten en mayor proporción gases asociados con el gasto de energía como componentes mayoritarios. Así, la estructura del inventario de emisiones permite establecer cuáles son las actividades preponderantes de un país o región, además de que permite indagar

**Tabla 3.** Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 2006, como se ingresó en la Cuarta Comunicación Nacional.

<i>Categoría de emisión</i>	<i>Total CO<sub>2</sub> eq</i>	<i>Contribución porcentual al total</i>
Total de emisiones nacionales	711,650	
Energía	430,097	60.4%
Procesos industriales	63,526	8.9%
Agricultura	45,552	6.4%
Cambio de uso de suelo y silvicultura	70,203	9.9%
Desechos	102,273	14.4%
Combustibles del transporte internacional aéreo y marítimo	3,664	0.5%
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	37,433	5.3%

Fuente: Gobierno de México, 2009.

cuáles son las áreas sobre las que hay que aplicar medidas de mitigación.

El inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero durante 2006 se presentó como parte de la Cuarta Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas en 2009. El inventario se presenta en la tabla 3. El total de emisiones contabilizó ese año 711 mil 650 Gg de dióxido de carbono equivalente. De ellos, el 20% corresponde al sector transporte que lo convierte en la actividad con el mayor aporte de emisiones de gases de efecto invernadero en el país y, por tanto, como aquél en el que se requiere un mayor enfoque de mitigación.

En la tabla 3 se observa que el sector que más contribuye con emisiones de gases de efecto invernadero es el de energía con un poco más de 60% del total nacional. El sector residuos (desechos) es el segundo contribuyente con casi el 15%. Si se expande el sector energía, se encuentra la distribución del mencionado 60% de contribución al total nacional del siguiente modo (tabla 4).

El 33.6% de las emisiones del sector energético proviene del

**Tabla 4.** Inventario Nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 2006 para el sector energía.

<i>Categoría de emisión</i>	<i>Total CO<sub>2</sub> eq</i>	<i>Contribución porcentual al total</i>
Energía	430,097	
Consumo de combustibles fósiles (Método sectorial)	382,702	88.98%
Industria generadora de energía	149,137	34.68%
Manufactura e industria de la construcción	56,832	13.21%
Transporte	144,691	33.64%
Otros sectores	32,042	7.45%
Emisiones fugitivas	47,395	11.02%
Combustibles sólidos	2,410	0.56%
Petróleo y gas natural	44,985	10.46%

Fuente: Gobierno de México, 2009.

transporte. Globalmente, ese sector contribuye con un poco más del 20% al total nacional.

Es relevante que para las emisiones de los gases diferentes al dióxido de carbono, tales como el metano o el óxido nítrico, se usó un horizonte de 100 años en los cálculos. Si se hubiera usado el potencial de calentamiento global<sup>4</sup> a 20 años, los resultados de emisiones de aquellos sectores que emiten gases diferentes del dióxido de carbono (como el sector desechos) habrían incrementado su contribución de manera sustancial al total nacional y, principalmente, al sectorial. Esta consideración es

<sup>4</sup> El potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) es un factor por el que se multiplican las emisiones de los gases diferentes al CO<sub>2</sub> con el fin de homogeneizar las emisiones en términos de CO<sub>2</sub> equivalente y poder contar las emisiones en términos de una sola unidad. El valor del GWP de cada gas depende de su estructura molecular, su vida media en la atmósfera y su concentración, principalmente. El valor del GWP del metano a un horizonte de 100 años es de 23 mientras en un horizonte de 20 años es de 62 (para ahondar en el tema, véase: Tercer Informe de Evaluación del IPCC, Volumen 1, 2001, [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/)).

determinante en la toma de decisiones porque permite definir aquellos sectores clave sobre los que se deben tomar acciones de mitigación a corto y mediano plazo abatiendo primero las emisiones más contribuyentes al inventario de emisiones.

### *El transporte en México*

En México había en 2007 casi 25 millones 618 mil vehículos y de ellos, 13 millones 860 mil vehículos de pasajeros (Banco Mundial, 2010). La necesidad de transporte surge por la necesidad de comunicación, adquisición de bienes y servicios y de educación y trabajo.

La población en México se ha concentrado en los últimos años en las áreas urbanas. La generación de cinturones de miseria alrededor de las grandes ciudades ha generado corredores industrial-habitacional-comerciales en conglomerados fragmentados que requieren de equipamiento y, por supuesto, medios de transporte. De acuerdo con Delgado, en términos de transporte "...el desdoblamiento de la metrópoli sobre su periferia regional cercana le aporta nueva funcionalidad, pues le permite superar la saturación y congestión de las áreas centrales" (Delgado, 1988: 88). Ante la necesidad de movilidad, el nuevo ciudadano "urbano" adquiere vehículos, la mayor parte de las veces viejos, que suplirán la oferta de un transporte en la región, obviamente con un aumento en las emisiones tanto de gases criterio, como de efecto invernadero. Un indicador temprano de la condición de crecimiento desordenado y aumento en la necesidad de movilidad es la disminución de la relación habitante/vehículo en la Ciudad de México a finales del siglo pasado, cuando la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se urbanizó a gran velocidad.

**Tabla 4.** Ocupantes por vehículo en el Distrito Federal y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

	1970	1980	1990	1996
Distrito Federal	9.7	4.7	5.8	1.21-1.76
ZMCM	8.0	6.7	6.5	1.21-1.76

Fuente: Tomado de Delgado, 1998: 184 y de [www.segundonivel.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm](http://www.segundonivel.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm)

Las ciudades puntuales han pasado a ser conglomerados y corredores poco estructurados que requieren de infraestructura carretera y medios de transporte masivos y eficientes. Un problema que encara el mundo en desarrollo es, ahora, acercar al trabajador a su oficina, al estudiante a su escuela y centros deportivos y de esparcimiento, a la ama de casa con los centros de distribución de bienes y servicios. La planeación ordenada de las nuevas megaciudades es una solución, con un transporte masivo, puntual, seguro y eficiente que permita disminuir el tiempo de transporte. Una bondad de la eficiencia urbana es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, gases criterio y partículas suspendidas.

La reducción de emisiones en el sector transporte se puede abordar en dos vertientes, la tecnológica, enfocada al vehículo y las que tienen que ver con la movilidad. En el bloque de los países desarrollados, las soluciones tecnológicas son el foco principal de la mitigación de las emisiones una vez que el problema de la instrumentación del transporte masivo ha sido resuelto. En los países en desarrollo, garantizar movilidad a los ciudadanos es el primer problema que debe ser abordado.

Además, la solución tecnológica tiene una participación importante ya que los vehículos se mueven con combustibles fósiles. De acuerdo con el inventario de emisiones de la zona metropolitana de la Ciudad de México, 94% de los vehículos utilizan gasolina, 5% diesel y 1% gas licuado. A lo anterior se adiciona la edad de la flota vehicular que, de acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, “del parque vehicular que utiliza gasolina, el 52% de los vehículos son anteriores a 1990, carecen de tecnología ambiental, son altamente emisores y aportan cerca del 68% de las emisiones totales. El 48% restante de los vehículos, que son los de 1991 en adelante, cuentan con tecnología ambiental y participa con el 32% de las emisiones” (GDF, 2010).

La búsqueda de alternativas de combustibles basados en fuentes renovables y tecnologías híbridas deberá ser un compromiso para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero si México acepta la responsabilidad y compromiso de reducir sus emisiones para 2020 y 2050.

Lograr la meta de los 2°C pone a México en la mira del mundo al ser uno de los cinco países en desarrollo que dirigirá el concierto de la reducción de emisiones. México deberá encauzar



recursos a la mitigación de las emisiones de las denominadas fuentes clave. El transporte es una de ellas; la principal.

### Bibliografía

- Arrhenius, S. 1896. "On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature in the ground". *Phil. Mag. S.*, **41**, 251, 237-276.
- Banco Mundial. 2010. Datos consultados en: <http://data.worldbank.org/indicador/IS.VEH.NVEH.P3>
- Cruz-Núñez, X., L. Conde y L. G. Ruiz-Suárez. 2008. "Use of IPCC GHG key sources analysis to Mexico's environmental policy". *Mitig. Adapt. Global Change*, **13**,2, 179-191.
- Delgado, J. 1998. *Ciudad-región y transporte en el México Central Un largo camino de rupturas y continuidades*, Plaza y Valdés Eds. Colección Ciudad y Región, México.
- GDF. 2010. *Diagnóstico de la movilidad vehicular en la Ciudad de México*, Disponible en: [www.segundonivel.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm](http://www.segundonivel.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm).
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt.
- . 2007b. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- Macintosh, A. 2010. "Keeping warming within the 2°C limit after Copenhagen". *Energy Policy*, **38**, 2964-2975
- Gobierno de México. 2009. *México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en: [unfccc.int/essential\\_background/library/items/3599.php?such=j&symbol=MEX/COM/4%20E#beg](http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?such=j&symbol=MEX/COM/4%20E#beg).
- Rong, F. 2010. "Understanding developing country stances on post-2012 climate change negotiations: Comparative analysis of Brazil, China, India, Mexico and South Africa." *Energy Policy*, **38**, 4582-2591



# Ordenamiento territorial, bioeconomía urbana y pobreza frente al cambio climático

*Gian Carlo Delgado Ramos*

## *Introducción*

Las ciudades del mundo consumen 2/3 partes de la energía mundial y emiten el 4/5 partes de los gases de efecto invernadero (Newman *et al.*, 2009: 4). Crecen en promedio a un ritmo del 2% anual, teniendo como puntos extremos un 0.7% para algunos países metropolitanos y 3% para algunas zonas periféricas (*Ibid*), un crecimiento que sin embargo no es proporcional al monto de emisiones atribuibles.

Ante tal panorama y de cara a los esperados y eventuales impactos del cambio climático, es pues ampliamente reconocido que los centros urbanos que enfrentaron los costos más altos serán aquellos cuya contribución en tanto emisiones de gases de efecto invernadero es pequeña (Bicknell, Dodman y Satterthwaite, 2009). Tales costos estarán en buena medida vinculados a riesgos actuales, para el caso de la Ciudad de México, por ejemplo, los riesgos de inundaciones. Lo anterior obliga no sólo a tomar medidas para mejorar o adaptar la infraestructura (para drenar el agua a modo de reducir la vulnerabilidad de la ciudad), sino también de desarrollo e implementación de una planeación urbana integral y, de ser necesario, de una restricción en el uso de suelo de tal modo que se evite la construcción en zonas de alto riesgo o de alto impacto ambiental. Lo anterior, evidentemente asociado a una amplia agenda de acciones de mitigación o de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, misma que pasa por revisar el ciclo completo de producción, distribución y consumo (inclúyase el desecho) energético-material de los espacios urbanos y su vinculación con otros espacios circundantes, tanto urbanos como rurales.

El cambio climático obliga pues, a revisar seriamente cómo y en función de qué se expanden las ciudades. En países como los latinoamericanos, por lo general, tal crecimiento se da fuera de cualquier regulación oficial (la que además no es adecuada o

suficiente); en vinculación a procesos de gestión y especulación corporativa del suelo urbano (lo que es en sí una privatización de la gestión urbana que no permite una articulación de acciones); así como del avance de asentamientos ilegales o irregulares en zonas de alto riesgo o de conservación (donde no sólo suele haber biodiversidad importante, sino que además captan dióxido de carbono e infiltran agua).

El propósito es pues, entender cómo los procesos de urbanización crean o exacerbaban el riesgo asociado al cambio climático, a la variabilidad del clima o a otros peligros no relacionados a los dos casos anteriores (*Ibid*: 7).

La disminución, hasta cierto grado, del impacto ambiental y de la vulnerabilidad de las grandes urbes es posible, aunque algo ciertamente muy complejo y que requiere de la acción coordinada de diversos actores, especialmente del gobierno en tanto responsable de la política pública. De notarse es que, en este contexto, a pesar de que Latinoamérica cuenta con varias megaciudades, el 40% de la población aún vive en ciudades menores a medio millón de habitantes, lo que permite, en principio, aunque no siempre, hacer un planeamiento de tales espacios a modo de encaminar su desarrollo hacia un modelo ambientalmente menos agresivo y que al mismo tiempo permita enfrentar mejor los efectos negativos del cambio climático (Klaufus, 2010). Esto sólo es posible sobre la base de una planeación urbana ecosocialmente armónica en relación con el espacio en cuestión. Es decir, una planeación de largo plazo que debe incluir además de las cuestiones económicas, políticas y tecnológicas, otras más como las relacionadas con la termodinámica de la ciudad o con la disminución del flujo de materiales y de energía (mitigación), a lo social y a lo cultural.

### *La ciudad como sistema abierto*

Cuando se piensa a cerca del cambio climático, principalmente producto de la generación de gases de efecto invernadero (GEI), aunque en efecto hay otros factores relevantes como el cambio de uso de suelo, usualmente se tiende a reducir la complejidad, las implicaciones y los retos ante los que nos enfrentamos pues se suele tomar nota de una contabilidad parcial de las emisiones y de sus efectos asociados y sinérgicos. Esto es, porque por lo

general no se toma nota del ciclo de vida completo de todo lo que producimos y consumimos. De ahí que sea necesaria la construcción de nuevos y cada vez más complejos indicadores, comparables en el tiempo (corto y largo plazo) y en el espacio (a nivel local, regional y global).

Se trata de indicadores que consideren, por ejemplo, para el caso de los espacios urbanos, el costo de construir, expandir, operar y mantener el tipo de infraestructura que los caracterizan. En tal sentido, el costo socio-ambiental del sistema de transporte centrado en el automóvil privado no es meramente el de la quema de combustibles fósiles, sino el costo de extraer, trasladar y transformar la energía y los materiales necesarios para dar forma al sistema de calles, avenidas, puentes, segundos pisos, etc.; el costo de entradas y salidas de materiales y de energía para mantener tal sistema de transporte a punto y para la producción y reposición de una cada vez mayor planta vehicular; entre otros factores. De mirarse desde esta perspectiva, el sistema de transporte privado es, comparativamente hablando, uno de los más ineficientes, no sólo en cuanto a kilogramo-kilómetro recorrido por unidad de energía, sino en tanto a la intensidad de energía y materiales que requiere esa relación en el tiempo y por las implicaciones ambientales y de salud que resultan de su degradación.

Si lo anterior lo generalizamos para la totalidad de los “componentes” que dan forma a los espacios urbanos, se observa nítidamente que la ciudad juega un rol parasitario con respecto a otros espacios pues es consumidora intensa de recursos naturales más allá de sus límites formalmente establecidos. De ahí que no sorprenda que exista una vinculación directa entre el flujo metabólico (de materiales y de energía) o “bioeconomía de los espacios urbanos” y los flujos económicos. Por ello, es que los grandes centros urbanos son focos de mayor concentración de la riqueza, medida por ejemplo, en términos del producto interno bruto (PIB).

En este panorama, es de notarse que la ecología urbana convencional tiende a reducir lo “sustentable” a unos cuantos indicadores ambientales urbanos y usualmente a limitadas acciones de adaptación y, en el mejor caso, de mitigación. Y es que tiene razón Bettini (1998: 65) cuando advierte que “...los problemas del ambiente urbano no son únicamente problemas de contaminación, de edificación y de naturaleza y fauna en la ciudad. Son,

sobre todo, cuestiones relacionadas con la falta de administración de los ciclos energéticos y, por tanto, con la perpetuación de la ciudad como sistema altamente disipativo”, es decir, como sistemas altamente despilfarradores de energía y de materiales. Por ello que no baste con buscar la eficiencia en el consumo energético-material de la infraestructura urbana, lo cual es clave, sino que es necesario colocar, en primer término, o como punto de partida, la planificación energética de la ciudad, esto es, de reducir la producción excesiva de entropía (o energía degradada y que ya no es útil para el trabajo) (*Ibid*: 65, 109).

Es pues necesario reconocer que los espacios urbanos son sistemas abiertos a los flujos de materiales y energía. Esto es, que toman energía y materiales fuera del sistema (urbano) y que desechan energía disipada y materiales degradados. Y es que el proceso entrópico es visible con el deterioro de la infraestructura urbana; fenómeno que se acelera conforme se extiende la capa urbana, pero también a causa de la existencia de infraestructura no apta frente a los efectos del cambio climático; todo en un contexto en el que, además, los flujos se retroalimentan en el tiempo y en el espacio, complejizando y a veces hasta imposibilitando, por diversos factores, los mecanismos de obtención de materiales y energía y de expulsión de desechos. A ello, debe sumarse el hecho de que tales sistemas urbanos, se emplazan en un sistema mayor, el planeta Tierra, que en cambio es cerrado a flujos de materiales (el planeta tierra contiene, prácticamente, la misma materia desde su formación, más allá de los eventuales meteoritos que caen en el planeta) y abierto a los flujos de energía (la luz solar) que sin embargo aprovechamos mínimamente (en cambio optamos por devorar el *stock* de energía del planeta concentrado bajo la forma de materia, de combustibles fósiles).

Lo anterior implica que la economía humana vista desde una perspectiva de la vida, por tanto, de largo plazo, es en el fondo una economía de la entropía, es decir, de la disipación de la energía y de la degradación de los materiales.

Una lectura de este señalamiento ha sido finamente articulada por Georgescu-Roegen (1971) a partir de revisar el proceso económico desde la termodinámica y en particular desde la Ley de la Entropía o la Segunda Ley de la Termodinámica que establece que hay una degradación continua e irrevocable de energía libre (o de baja entropía) en energía dependiente (o de alta

entropía).<sup>1</sup> El hecho lleva a Georgescu-Roegen a dar cuenta de que la base material de la vida es un proceso entrópico (de degradación energética) y consecuentemente finito, puesto que consumimos energía ordenada y desechamos energía desordenada. Algo similar sucede con los materiales, con la diferencia que muchos, como los metales, son en buena medida reciclables pero nunca de manera íntegra (léase al respecto: Von Gleich, Ayres y Göbbling-Reisemann, 2006).

Pero lo que caracteriza al ser humano contemporáneo es el uso energético no sólo endosomático (instrumentos del propio organismo individual), sino de modo creciente el de tipo exosomático (e.g. uso de la máquina-herramienta). El proceso económico consiste, pues, en una generación creciente de baja entropía, es decir, de desechos, y dado que esa transformación es irrevocable, el medio ambiente establece límites al subsistema económico. O, en palabras de Georgescu-Roegen (1996: 67) "... los recursos naturales presentan el factor limitativo por lo que se refiere a la duración de la vida [...] La existencia del hombre se encuentra ahora irrevocablemente ligada al empleo de instrumentos exosomáticos y, consecuentemente, al uso de recursos naturales". Y agrega "... no es preciso disponer de argumentos sofisticados para ver que el máximo de cantidad de vida exige una tasa mínima de agotamiento de los recursos naturales [...] Todo uso de los recursos naturales para satisfacer necesidades no vitales lleva consigo una menor cantidad de vida en el futuro" (*Ibidem*).

Es pues sintomático que con el advenimiento del motor de combustión interna, la distancia que se puede recorrer a pie como principal límite de la extensión de la ciudad quedó superada, comenzando entonces la consolidación de lo que Mumford (1961) calificó como "una segunda naturaleza". Ésa, o el espacio urbano

<sup>1</sup> La Primera Ley de la Termodinámica establece que la energía se conserva y que en el proceso de transformación de la misma, el balance será equilibrado. La Segunda Ley de la Termodinámica indica que la energía no puede transformarse libremente, siempre lo hace en una dirección, esto es de una fuente caliente a una fría pero no a la inversa; así, la energía contenida en un trozo de carbón, una vez quemada, no puede regresar a su forma inicial. En tal sentido, la tendencia natural de la transformación energética es hacia formas cada vez más degradadas y, por tanto, inútiles para la realización de trabajo. De tal manera que la entropía mide el grado de degradación o dispersión de energía.

moderno, suscribe Mumford, se caracteriza por tener una tasa metabólica muy intensa por unidad de área, pues demanda crecientes flujos de energía y genera fuertes flujos de desechos. No se trata de un ecosistema, advierte, sino de una forma específica de asociación-interacción de buena parte de la humanidad (*Ibid*).

Es de subrayarse que el crecimiento de la población urbana ha sido exponencial sólo a partir del siglo xx cuando el capitalismo logra alcanzar niveles de acumulación de excedentes, de industrialización y de internacionalización inusitados. Así, se calcula que la población urbana en 1800 era equivalente al 3% del total mundial; en 1900 al 14%; en 1950 al 30%, y en el 2000 al 47% (Bolay, 2006: 288). Lo anterior es relevante desde el punto de vista de la magnitud de los flujos de materiales y energía necesarios para sostener los espacios urbanos en los que vive dicha población. Y es que con la creciente globalización del capital, aumenta la dimensión e intensidad de los ciclos de explotación del medio ambiente, tanto en lo que respecta a su función de reserva de recursos, como de sumidero de desechos. Esto es, que el fenómeno de la globalización del capitalismo ha incrementado exponencialmente los flujos de materiales y de energía hacia y desde el subsistema económico por lo que el sistema medioambiental en el que ése se inserta es cada vez más lastimado. De ahí, por ejemplo, que la acumulación de gases de efecto invernadero sea particularmente evidente en las últimas décadas.

Con tal revolución de la denominada segunda naturaleza de Mumford, se escalan los índices de consumo como nunca antes, factor que desemboca en un incremento constante de los flujos de energía y materiales que permiten a los espacios urbanos sostenerse. De ahí que el tipo de ordenamiento espacial-territorial moderno propio del sistema imperante de producción, siendo las ciudades íconos representativos, lejos de sustentarse en el ahorro de recursos, parte en cambio de la lógica del crecimiento económico por el crecimiento económico (la lógica del propio sistema productivo). Y, dado que el crecimiento económico es falsamente medido pues la contabilidad del sistema de producción imperante minimiza el valor de los recursos naturales y no toma en cuenta los impactos socio-ambientales asociados al intenso y exponencial flujo de materiales y energía (Martínez-Alier, 2000), resulta por ejemplo viable, desde una



racionalidad económica, la deslocalización y el *out-sourcing* de la producción dado que puede ser rentable la ventaja comparativa de mano de obra en extremo barata y de externalización de costos ambientales. Esto se refleja entonces en mayores importaciones de energía y materiales cruzando todas las escalas espaciales, desde lo inmediatamente contiguo, a lo regional, lo nacional y lo internacional.

Considerando lo arriba indicado, es adecuado recordar el trabajo de Wolman (1965) quien al analizar los flujos de entrada y salida de los espacios urbanos, advertía correctamente la complejidad y variabilidad de tales flujos, pero precisaba, sin embargo, la centralidad de tres flujos de entrada (agua, alimentos y combustibles) y tres de salida (aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes atmosféricos). De notarse es que para realizar los tres flujos de entrada se generan gases de efecto invernadero; y usualmente sucede lo mismo para lograr expulsar de la ciudad los flujos de salida. Su reciclaje requiere de nuevas entradas energético-materiales y por tanto la generación de gases de efecto invernadero (lo que desde luego es mucho mejor que no hacerlo).

Ahora bien, complejizando a Wolman, más allá de sumar otros rubros (e.g. materiales de construcción, de papel y cartón, etc.),<sup>2</sup> se puede indicar la necesidad de analizar de modo desagregado cada flujo de entrada y salida, así como de valorarlos, no sólo en términos cuantitativos sino cualitativos, lo que nos lleva a pensar específicamente en la mochila socio-ecológica<sup>3</sup> que traen consigo los flujos de entrada (cuánta devastación “carga” consigo la producción de energía eléctrica fuera de la ciudad, o de trasvase de agua, etc.) como en la toxicidad de los

<sup>2</sup> Se estima que la cantidad de materiales que entran a las ciudades en el rubro de construcción y transporte ronda en promedio las 25 toneladas *per capita*, siendo la madera un 12%, el cemento un 10% y el hierro un 3%. El coste energético detrás de esos flujos se estima en más de 2.5 veces el consumo exosomático de las mismas (Bettini, 1978: 122).

<sup>3</sup> Friedrich Schmidt-Bleek propone el concepto de “mochila ecológica” a partir de desarrollar lo que denominó Input Material por Unidad de Servicio (MIPS – Materials Intensity Per Service Unit). Sintéticamente lo que el MIPS intenta medir son los flujos de materiales y energías que incorpora la extracción de un recurso o la fabricación y tiempo de vida de un producto. (Schmidt-Bleek, 1993). El concepto tiene como paralelo la propuesta de Rees (1992) sobre “capacidad de carga”.

flujos de salida (tipo de contaminantes y tipo de afectaciones y costos ambientales y a la salud humana).

Por lo indicado, se sostiene que el crecimiento sin límite de los espacios urbanos es inviable en el largo plazo, no sólo en términos ecológicos, sino también sociales e inclusive físicos. Y es que es claro que con cada aumento en la complejidad de la ciudad, se incrementa el flujo de energía y materiales, lo que obliga a la organización, normalmente desorganizada, del propio espacio urbano. El reto no es alcanzar una ciudad sustentable, lo que conceptual y estrictamente en principio es incorrecto y en la práctica un punto aún por ser demostrado, sino más bien el modo en que se organiza mejor y de manera más eficiente el espacio urbano de tal suerte que se tienda a minimizar el flujo de energía y materiales en términos *per capita* y en términos globales. Esto no sólo nos lleva a repensar el ordenamiento territorial de lo urbano, sino de lo urbano y lo rural (inclúyase los suelos de conservación), de sus interacciones tanto en términos sociopolíticos, ambientales y culturales, como desde lo geoeconómico visto no sólo desde lo mercantil, sino de los flujos de energía y materiales.

### *La bioeconomía de la Ciudad de México: un acercamiento panorámico*

El metabolismo urbano —entendido como la suma total de procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, resultantes de crecimiento, producción de energía y eliminación de residuos, o lo que se podría calificar como la bioeconomía urbana— es una perspectiva analítica que claramente es útil para dimensionar en lo concreto lo anterior, pues permite evaluar con mayor grado de complejidad y fineza, el estado de flujos de materiales y energía actual propios de tal o cual espacio urbano y sus tendencias, al tiempo que normativamente posibilita, a la par de otras herramientas analíticas y metodológicas, identificar y diseñar medidas concretas mucho más eficientes, no sólo frente al cambio climático, sino ante los propios límites ambientales de los ecosistemas y ciertamente de los ciclos biogeoquímicos del planeta.

La vigencia e importancia de este tipo de estudios es crecientemente proporcional a la expansión y el grado de comple-

alidad que van adquiriendo día a día los espacios urbanos del planeta. Desde luego, éstos siguen siendo relativamente escasos, en parte porque existen pocos especialistas en la materia, pero también porque mucha de la información para ciertos espacios urbanos no existe, está dispersa o a penas se está recabando, o porque los indicadores necesarios se están construyendo y mejorando.

De cualquier modo, se puede argumentar sin lugar a duda que la Ciudad de México es un espacio fuertemente tributario de energía y materiales provenientes de ecosistemas nacionales e incluso de importaciones cuantiosas. Con unos 22 millones si se considera como Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), y oficialmente con unos 4 millones de personas viviendo en áreas de alta marginación, la capa urbana de la ciudad en los últimos 60 años ha aumentado en el orden de una hectárea por día (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008: 36). Con tal ritmo de crecimiento, la ciudad alcanzó en el 2006 un consumo energético de 545 peta joules o el equivalente en combustible a unos 306 mil barriles equivalentes de gasolina (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008b: 15-16), siendo un 43% bajo la forma de gasolina; 23.6% en gas natural; 19.2% en gas licuado; y 14.2% en diesel (*Ibid*: 16). En 1990, el consumo había sido de unos 443 peta joules (*Ibid*: 15), por lo que el incremento en ese periodo fue del orden del 25%.

A lo anterior se suma la transferencia de agua de una distancia de hasta 130 kilómetros y la succión del líquido del acuífero de la ciudad para satisfacer patrones de consumo que rondan los 63m<sup>3</sup> por segundo y que son sostenidos con una extensa red de 1,100 km de tuberías primarias y 12,300km de tuberías secundarias (Perló y González, 2009: 71-75). Y, dado que la ciudad se encuentra a una altura de 2,240 msnm, es necesario bombear el agua trasvasada (en el orden de un 26.5% del consumo total de la ciudad),<sup>4</sup> unos 1,100m, lo que conlleva la quema miles de barriles de petróleo. La situación además es insostenible y riesgosa en términos de hundimientos pues los ritmos de extracción de agua del acuífero exceden en 140% la capacidad de recarga del mismo (*Ibid*: 60).

En cuanto alimentos, el consumo semanal *per capita* en

<sup>4</sup> El agua de la ciudad proviene en un 71% de fuentes subterráneas, en un 26.5% del sistema Lerma-Cutzamala y del río Magdalena en un 2.5%.

México se estima entre 28 y 36 kilos dependiendo de los ingresos familiares. El flujo anual de alimentos se ubica entonces entre 1.4 y 1.9 toneladas al año por persona, algo así como unas 31 a 42 millones de toneladas de alimentos al año para cubrir las necesidades de la población de la ZMVM. El costo socio-ambiental detrás de la producción, transporte y consumo de éstos es importante aunque difícil de calcular. Como muestra basta señalar que una cena promedio trae detrás hasta más de mil kilómetros de distancia recorrida, a lo que se suma un contenido variable de agua, agroquímicos, etc. De notarse es que el flujo energético-material total de nuestra alimentación es muy elevado pues en el país importamos casi la mitad de los alimentos.

Al mismo tiempo, la Ciudad de México genera aguas residuales en el orden de unos  $45\text{m}^3/\text{s}$ , de los cuales sólo  $4\text{m}^3$  son tratados y el resto arrojados directamente al medio ambiente; por ejemplo, en la zona del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008a: 34). La ciudad también desecha diariamente 12,500 toneladas de residuos sólidos (60% inorgánicos) o el equivalente al 13% de ese tipo de residuos a nivel nacional (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008a: 11; Banco Mundial, 2008: 98). Como reflejo del crecimiento de la ciudad, a esa cifra se suman unas 130 toneladas diarias, todas con destino al relleno sanitario "Bordo Poniente" cuya vida útil ya ha sido sobrepasada (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008a: 11). Añádanse a lo anterior unas 7 mil toneladas diarias de residuos de la construcción de las cuales, mil 400 toneladas son generadas sin manejo controlado alguno (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2009: 11). Ante esta situación, resulta preocupante que del total de basura de la ciudad, sólo se recicle entre 5 y 10% (*Ibid*).

La emisión de gases de efecto invernadero en la ZMVM, medida como emisión de  $\text{CO}_2$  equivalente, está compuesta del siguiente modo: el sistema de transporte, con unas 5.5 millones de unidades —94% de tipo privado— contribuyó en 2006 con 21.6 millones de toneladas o el 50% de las emisiones; el sector industrial, compuesto por unas 52 mil industrias, suma 23% de emisiones o 10.3 millones de toneladas; unas 4.6 millones de unidades residenciales y comerciales añaden 4.3 millones de toneladas o el 13%; y la generación de residuos sólidos y otras fuentes el 14% o 6 millones de toneladas según datos para ese mismo año (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008b: 35).

No sorprenden las proporciones y, al contrario, corroboran la tendencia mundial de las ciudades a destinar la mayor parte de la energía que consumen al sistema de transporte privado.<sup>5</sup> A los desechos arriba señalados, deben añadirse otros contaminantes tóxicos que para la ZMVM acumularon en el 2006 alrededor de 175 mil toneladas. De éstas, el 28% fue Tolueno; 9% Metanol; 8% de 1,1,1-Tricloroetano; 7% los xilenos (isómeros y mezclas); entre otros (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008c: 20). También se desecharon dos mil toneladas de metales pesados, siendo el manganeso el 66% de los mismos, el antimonio y compuestos el 13%, y el plomo y compuestos el 12% (*Ibid*: 23).

Ahora bien, es claro que estas dimensiones del metabolismo urbano, aunque reveladoras, no necesariamente permiten visualizar la totalidad de flujos de materiales y energía, en particular del costo ambiental detrás de los mismos o la mochila ecológica de tales recursos una vez que están disponibles en la ciudad; lo que obliga cuando menos a conocer el origen de los mismos y el tipo de proceso extractivo implementado. Dicho de otro modo: si bien se sabe que la energía es producida en el país en su gran mayoría con combustibles fósiles provenientes de reservas mexicanas, que los materiales de construcción igualmente provienen de zonas aledañas a la zona centro del país (excepto los metálicos que vienen de diversas partes del país y del mundo), que el agua proviene en un 70% del subsuelo y el restante de una distancia de más de un ciento de kilómetros, o que los alimentos vienen de diversas regiones del país y del extranjero, no es aún del todo claro el impacto socio-ambiental real que implica la extracción, envío y consumo de crecientes cantidades de recursos en el centro del país. El trabajo por hacerse es pues de orden mayor.

Aún más, una de las cuestiones que tienden a ser menos tratadas en la literatura especializada es la asociación analítica crítica del cambio climático, la necesidad del cambio de para-

<sup>5</sup> El transporte de pasajeros de la ciudad es realizado en un 64% por el sistema de autobuses suburbanos, en un 8% por el metro, 7% taxi, 7% metrobús, 2% RTP y 1% trolebús. Nótese que un 18% (inclúyase la movilidad por taxi), se hace por medio de automóvil privado cuyo parque asciende al 95% del parque automotor total calculado en unos 4.5 millones de unidades. La cantidad de vehículos por kilómetro de calle es de unos 350 cuando en Los Ángeles es de unos 140. La velocidad promedio es de 22 km/h, mientras que en Los Ángeles es de 47 km/h.

digma energético, el aumento de la población urbana periférica en las próximas décadas y la consecuente reconfiguración del espacio geográfico y de todas las relaciones socio-productivas emplazadas, dígame en la Ciudad de México, con la variable de clase social y en particular la de la pobreza, la exclusión y la (in) justicia social. No es que se pretenda decir que no existan tal tipo de análisis, pero sí que el grueso lo analiza y debate poco y cuando se hace, en muchos casos es de modo superficial y con perspectivas y herramientas analíticas poco novedosas y propositivas. El resultado es una discusión limitada, muchas veces tecnificada y socio-políticamente acrítica sobre el tipo de urbanización excluyente y segregadora que caracteriza a la Ciudad de México y, en efecto, a muchas otras urbes periféricas.

Y es que, como muestra de tal división social-espacial, sírvase apuntar que el 73% de la urbanización de mayor marginación en la Ciudad de México se encuentra en la periferia urbana. El resto está distribuida en reductos internos de la ciudad, mismos que tienden a ser “recuperados” a través de proyectos de modernización urbana para la clase media, el turismo y/o los negocios formales de todo tipo. Esto implica crecientes espacios segregados que delimitan una división espacial-territorial urbanística y arquitectónica, y por tanto social, entre la élite urbana (inclúyase a las clases medias) y los pobres y “los pobres de los pobres”.

### *Pobreza, infraestructura urbana y vulnerabilidad frente al cambio climático*

En América Latina (AL), las *mega-polis* son íconos representativos de inmensos (des)ordenamientos territoriales con patrones de expansión acelerados que se caracterizan por ser ambiental e inclusive económicamente inviables en el largo plazo, ello además de ser socialmente excluyentes. Los desbalances del ordenamiento territorial son claros en el caso de México donde el sistema urbano cubre 800 mil hectáreas o 0.4% del territorio nacional, sin embargo, concentra 65% de la población y genera 4/5 partes del PIB (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008: 23).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Los espacios urbanos del país consumen el grueso de la energía a nivel nacional. Tan sólo el consumo residencial representa el 25% del consumo

El panorama mundial inmediato promete complejizar aún más la situación, pues se calcula que, para el 2030, el 60% de la población será urbana, alcanzando su pico más alto en el 2050 cuando llegue a los 10 mil millones de personas (Davis, 2006: 2). Mientras tanto, la población rural mundial ya llegó a su máximo y comenzará a reducirse en el 2020 por lo que prácticamente todo el incremento poblacional al 2050 será urbano (*Ibid*). Es un escenario en el que el aumento poblacional se concentrará en un 95% en los países pobres, llegando incluso a duplicar el número de habitantes de principios de siglo con una variedad de subsecuentes impactos e implicaciones.

En AL, las megaurbes de relevancia (incluyendo su zona conurbana) por su cantidad de población son: la Ciudad de México (unos 22 millones); Sao Paulo (unos 20 millones); Buenos Aires (unos 13 millones), Río de Janeiro (unos 12 millones), Lima y Bogotá (unos 8 millones cada una). De llamar la atención es que mientras la Ciudad de México y Sao Paulo figuran entre las más pobladas del mundo a la par de Tokio o Nueva York, no aparecen entre las que más riqueza producen (en términos del PIB). Por el contrario, en este caso son reemplazadas por ciudades metropolitanas de menor envergadura poblacional y espacial. Esto indica que en efecto hay una brecha no sólo entre individuos ricos y pobres, sino entre los espacios urbanos metropolitanos y periféricos.

Lo anterior queda evidenciado cuando se da cuenta del tipo de urbanización en cada caso. Los datos son claros. En el mundo hay alrededor de 250 mil barrios bajos o zonas de alta miseria (*slums*, colonias populares, favelas, etc.) en los cuales viven casi mil millones de personas o el 32% de la población urbana mundial (Davis, 2006: 26; Bolay, 2006: 287). En el caso de los países pobres, en promedio el 43% de su población urbana vive en dichos espacios, pero casos como el Chad, Etiopía o Afganistán, entre otros, rondan el 98%-99.4%. En contraste, en los países ricos, los barrios pobres cubren en promedio tan solo el 6% de sus espacios urbanos (Davis, 2006: 23; Bolay, 2006: 287).

Los datos develan además que el proceso de ampliación de

---

total nacional. En 2006 ése fue equivalente a poco más de 160 mil GWh (Banco Mundial, 2008: 98). Las ciudades mexicanas también son fuertes generadoras de desechos. Ese mismo año expulsaron 36.1 millones de toneladas de residuos sólidos.

las zonas urbanas de alta marginación se acentuó a partir de la década de 1990 cuando se registró un aumento de 36% de la población ahí emplazada, misma que se duplicará para el 2040 de seguir la tendencia actual (*Ibid*). Ello coincide con el fuerte avance de las políticas neoliberales (ya en operación generalizada desde la década de 1980), en los países pobres ciertamente de aquellas medidas denominadas como de “ajuste estructural”. Se trata de acciones que fueron y son en lo concreto impulsadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM), los diversos bancos regionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB) —para el caso de AL—, la Organización Mundial de Comercio (OMC), y desde luego, por parte de las cúpulas gubernamentales locales (Wallach y Woodall, 2004; Delgado y Saxe-Fernández, 2004; Toussaint y Millet, 2009; Ugarteche, 2010).

Dos paquetes de políticas neoliberales implementados en Latinoamérica son centrales para dar cuenta del *boom* de la migración rural hacia las ciudades y otros países ricos como Estados Unidos. Por un lado, los referentes a la promoción de la inversión extranjera directa en procesos de ensamblaje y maquila. Por el otro, aquellas enfocadas al campo y que resultaron en el virtual abandono del mismo al inducir el retiro de subsidios, de los precios de garantía, de los controles a la exportación y de las paraestatales que apoyaban la comercialización de productos agrícolas-ganaderos, y en general, un repliegue de la acción del Estado en los mercados.

Ante el embate neoliberal, que incidió en prácticamente todos los ámbitos de la economía, y ante las implicaciones de éste en el intenso proceso de urbanización, en México, por ejemplo, se vio la oportunidad de operar en el ámbito de las viviendas de bajo costo con el argumento de implementar lo que el BM denomina como *slum upgrading* y que luego se tornó en una incidencia mayor en la modernización del sector financiero, administrativo y normativo del sector (sobre todo en lo que respecta a formalizar y legalizar el mercado inmobiliario en términos de propiedad). Para tal fin, el BM realizó evaluaciones en el 2002, lanzando poco después el programa “Affordable Housing and Urban Poverty Sector Adjustment Loan – HUSAL” I (2004), II (2005) y III (2007) con el propósito de financiar la construcción de 750 mil viviendas al año hasta el 2006 y un millón por año a partir del 2007 y potencialmente hasta el 2012



(Banco Mundial, 2004: 14).<sup>7</sup> Para ello, el HUSAL encontró continuidad, a partir de noviembre de 2008, en el “Mexico Private Housing Finance Markets Strengthening Project” que cuenta con un monto de financiamiento de mil millones de dólares (Banco Mundial, 2008). En ambos proyectos, el sector privado fue y sigue siendo de los mayores beneficiarios puesto que recibe los fondos provenientes del BM, más los de su contraparte nacional pública. Y es que por ejemplo, la evaluación del propio BM sobre el HUSAL precisa un “...progreso significativo de la participación del sector privado con alrededor del 23% de los créditos y el 42% de la inversión” (Banco Mundial, 2009: 49).

El resultado ha sido el incremento masivo de unidades habitacionales de calidad cuestionable, normalmente construidas en suelos de bajo valor y que tienden a ubicarse en las zonas periféricas de las ciudades a lo largo y ancho del país. A nivel nacional, se pasó de 24.7 millones de unidades en el 2000 a 30.4 millones en el 2006 (Banco Mundial, 2008: 98). Y es que para el gobierno, la necesidad habitacional en el 2030 será de 45 millones por lo que deberá ofrecer entre 700 mil y un millón de viviendas al año (CONAVI, 2008a: 10). Tal ofrecimiento involucra el negocio de las constructoras y cada vez más el de las instituciones privadas de crédito.

El principal problema de esta tendencia es que se hace en un contexto de creciente retiro de las obligaciones del Estado en todas las materias y en medio de una profunda crisis social-laboral, lo que indica que la explotación de la clase trabajadora se agudizará aún más, sea como compradora o arrendadora de inmuebles residenciales. A ello por supuesto se suman diversos procesos de despojo/apropiación de tierra (ejidal)<sup>8</sup> o de cambio legal/ilegal del uso del suelo, impulsados por el fuerte avance inmobiliario (tanto de la iniciativa privada como de parte del gobierno). La construcción de suburbios de casas-habitación de

<sup>7</sup> En conjunto, los préstamos ascienden a 500 millones de dólares.

<sup>8</sup> Dos terceras partes de la tierra en la periferia de ciudades medias y grandes del país son ejidos y el restante es prácticamente controlado por especuladores inmobiliarios (Banco Mundial, 2004: 6). Para el BM, la propiedad colectiva de la tierra es el factor más relevante en la *urban slum-type sprawl*, una apreciación completamente errónea pues por el contrario, ésta ha sido provocada por una mala política pública en la materia, un empobrecimiento creciente de la población resultado de la aplicación del modelo neoliberal, y la fuerte especulación inmobiliaria de parte de la iniciativa privada.

bajo costo, casi por regla alejados de toda vida laboral y social, es decir, carentes de toda planificación urbana seria e integral que tienda no sólo a minimizar el costo entrópico de tal expansión en el largo plazo, sino que además dicha infraestructura no sea vulnerable frente al cambio climático, ha favorecido un mayor consumo de combustibles fósiles para el transporte, pero también, ha estimulado la expansión acelerada de infraestructura de servicios lo que ha producido una fuerte presión sobre el entorno natural, en especial los recursos hídricos que ya de por sí se caracterizan por una disponibilidad restringida para el caso de la ZMVM y muchas otras ciudades del centro-norte del país.

Lo anterior sugiere que el gobierno está más preocupado por disminuir el indicador nacional que mide el número de personas viviendo en zonas marginadas que en ofrecer vivienda digna, “sustentable” y apta frente a desastres naturales y eventuales cambios drásticos en el clima. De ahí pues que se impulsen dichos enclaves habitacionales socio-ambientalmente cuestionables. Y si bien ese tipo de urbanización es en ciertos aspectos “mejor” que algunos esquemas de autoconstrucción (e.g. en suelo de conservación o zonas de alta peligrosidad), no obstante, como se indicó, agudiza el problema ambiental de los espacios urbanos. Esto, a pesar de que en 2006 se aprobaron nuevas normas para la construcción como lo fue la *Ley de Vivienda*.

A pesar de hablar de sustentabilidad ambiental de las edificaciones y de un ordenamiento territorial y desarrollo urbano acorde, hasta ahora la realidad muestra deficiencias importantes, sobre todo en lo referente a la construcción de casa-habitación de bajo costo pues las exigencias legales-normativas son menores, no sólo en lo que se refiere a aspectos arquitectónicos y el uso de materiales de construcción y tecnologías, sino en lo que respecta al tipo de ordenamiento territorial implementado pues, desde el 2000, se ha incrementado de modo exponencial la construcción de unidades habitacionales en zonas conurbanas que hoy día son grandes áreas monofuncionales, es decir, de monocultivo de casas-habitación con problemas no sólo ambientales y de alta vulnerabilidad y rigidez de adaptación, sino de segregación social e incluso de inseguridad social.

Hoy por hoy, el *Código de Edificación de Vivienda*, aprobado en 2008, prácticamente se restringe a señalar principios básicos para instalaciones “eficientes” según criterios y tecnologías convencionales. El programa de edificación nacional ha sido pro-

puesto para ser sujeto a financiamiento de bonos de carbono de tal suerte que se comienzan a impulsar los denominados “Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables”. Ésos precisan la necesidad de hacer las viviendas más eficientes en cuanto a su aporte de gases de efecto invernadero.<sup>9</sup> Los rubros prioritarios, aplicables desde marzo de 2009, son además de la energía, también el uso del suelo, el agua y la gestión de residuos. Se especifican por tanto algunos criterios como el cambio de lámparas incandescentes a fluorescentes, el cambio de electrodomésticos por aquellos de mejor rendimiento energético, el posible establecimiento de cisternas de agua pluvial y de plantas de tratamiento, el uso de materiales aislantes, de inodoros de bajo consumo de agua o de calentadores de agua solares y, en general, de lineamientos propios de arquitectura bioclimática. También se precisa el manejo de residuos de la construcción y la separación de residuos.

Si bien los resultados concretos de estas medidas están aún por verse, lo que parece claro es que tal normatividad, aunque sí es un avance, ése también es limitado pues tiende a proponer tecnologías convencionales promedio y no necesariamente “verdes” sino más eficientes, además de que se enfoca más a zonas y niveles socioeconómicos altos. No ataca sistemáticamente los dos rubros esenciales en el sector vivienda con respecto a su contribución en la generación de CO<sub>2</sub> que son la cocción de alimentos y el calentamiento de agua, este último aún fuertemente vinculado a la quema de combustibles fósiles. Y en general, carece de toda intensidad seria de aumentar la eficiencia del contenido energético-material de las construcciones en relación con su periodo de vida puesto que la regulación entorno a la calidad de las mismas es altamente laxa.

Lo que es más, se puede sostener que las acciones de ecoeficiencia propuestas y de implementación de ecotecnologías, si bien necesarias, no necesariamente atienden el fondo del problema ambiental actual —incluyendo el cambio climático—,

<sup>9</sup> El consumo de energía por sector en México, según datos de 2005, está conformado del siguiente modo: 58.7% industria; 25% vivienda; 7.7% comercio; 4.8%; y 3.8% servicios (CONAVI, 2008b: 24). El sector residencial consume unos 700 petajoules al año, energía que se compone así: 272.2 Pj en gas LP; 247.2 Pj en leña; 153.1 Pj en electricidad; 30.1 Pj en gas natural; y 1.4 en querosenos (*Ibid*).

siendo ése uno de los patrones de consumo altamente despilfarradores de una parte de la población. Patrones que, sin embargo, se toman como referencia para definir, en un proceso ciertamente lleno de contradicciones, toda una serie de medidas y políticas que tienden a favorecer, reafirmar e inclusive estimular tal despilfarro, no sólo a costa de una distribución desigual de la riqueza y por tanto de posibilidades de tales o cuales índices de consumo, sino a un costo ambiental cada vez más elevado para éstas y las próximas generaciones.

Lo anterior indica una división social que se acentuará entre las nuevas viviendas “sustentables” o “semisustentables” y las que no lo son. Además, la visión de la “urbanización sustentable” sigue recayendo en la planeación individual sin que se considere una de carácter integral que minimice al máximo el consumo de materiales y energía, así como de los efectos asociados y sinérgicos. En particular se puede precisar el problema del efecto isla de calor producido por la asphaltización de los espacios urbanos y por un diseño arquitectónico cada vez más horizontal.<sup>10</sup> De ahí que, por ejemplo, se registre en la Ciudad de México un aumento de la temperatura asociado a este efecto de 14 a 18°C en los últimos cien años (Secretaría del Medio Ambiente del GDF, 2008a: 34). A ello habría que sumar una eventual agudización de los índices de la temperatura como producto del cambio climático.

Podría entonces decirse que la política de planeación urbana y de adaptación-mitigación de las ciudades mexicanas se ha focalizado en un sistema de “planificar haciendo” (Bettini, 1998: 161), esto es, una planificación que está lejos de resolver a fondo y en el largo plazo los problemas presentes y futuros, sino que en el mejor de los casos privilegia las emergencias (*Ibid*: 162).

<sup>10</sup> Se estima que una hectárea urbanizada consume mil veces más energía que una área equivalente de tipo rural. El calor, polvo y otros contaminantes hacen que el clima de las ciudades sea distinto: más caliente. La isla de calor se origina por el extenso entramado de cemento y asfalto de los espacios urbanos, mismo que absorbe 10% más de energía solar que un suelo provisto de vegetación. Las calles estrechas con respecto al tamaño de las edificaciones aumenta la reflexión solar y limita la velocidad del viento, incrementándose la temperatura como consecuencia. En total, el calor de origen antrópico en las ciudades se calcula entre 10 y 20 vatios por metro cuadrado (Bettini, 1998: 115).

Los diseños de barrios “verdes” multifuncionales hasta el momento son sujetos a propuestas para las élites. Y lo que es más, el programa de vivienda sustentable ha establecido como meta sólo un 20% de los 6 millones de créditos de vivienda programados hasta el 2012 (CONAVI, 2008b: 57) sin fijar parámetros territoriales que permitan un mayor control del ordenamiento territorial urbano y su transformación.

Se trata de un asunto que toma mayor relevancia en AL pues el denominado “nuevo urbanismo” y otras corrientes similares aún están constreñidas a ciertas ciudades o espacios urbanos, fundamentalmente de países ricos que ya vienen explorando y probando política y concretamente algunas alternativas posibles. Dígase el caso de ciudades como Malmö y Växjö, en Suecia, o Freiburg, en Alemania. Desde luego, ésta no es la tendencia dominante ni siquiera en tales países. Aunque es de notarse que las capacidades de adaptación y mitigación de los espacios urbanos de países ricos es incomparablemente mayor que la de los países pobres. No sólo porque cuentan con los medios económicos para ello, sino porque además se pueden permitir “exportar” los costos ambientales asociados (dígase la exportación de la generación de entropía).

La cuestión urbana no es pues menor dado que, de entrada, las ciudades de países pobres como las latinoamericanas, tendrán más problemas para tomar medidas ante el cambio climático pues los medios económicos son restrictivos y las condiciones políticas altamente complejas y deficientes. Se trata de un escenario en donde además, la variable de la pobreza, sobre todo en los cinturones de miseria, pero también de las zonas rurales de la ciudad, representa un enorme reto para cualquier tipo de reconfiguración del espacio urbano. Los proyectos de urbanización de bajo costo que reciben proporcionalmente la menor cantidad de subsidios y/o apoyos de otro tipo, son soluciones problemáticas en el mediano plazo y ciertamente parciales pues están enfocados a familias con un nivel mínimo de ingresos (para el caso de México se suponen 3 salarios mínimos), lo que automáticamente deja a miles de pobres y extremadamente pobres urbanos fuera de tales “beneficios” puesto que, de la población formalmente empleada, el 47% gana entre 1 o 2 salarios mínimos (Muñoz, 2007). Esto a su vez significa que el invisible e ilegal mercado de bienes raíces, propio de las zonas de mayor miseria, difícilmente desaparecerá por lo que se se-

guirán dando procesos de subarrendamiento y subdivisión ilegal de predios y propiedades.

### *Potenciales alternativas y escenarios de ordenamiento urbano*

Newman *et al.* señalan la posibilidad de cuatro escenarios futuros para las ciudades: colapso, ruralización, división y ciudades resilientes (*Ibid:* 35). Mientras los dos primeros son un tanto obvios, vale precisar que en el escenario de división, la población rica monopoliza los recursos y se aísla del resto de la ciudad en vecindarios autosuficientes, con energía renovable producida dentro o cerca de estos espacios que además son bien diseñados incluso en lo que se refiere a espacios caminables y espacios sociales (*Ibid:* 47). En este caso se habla propiamente de exclusivos ecoenclaves (*Ibid:* 48) como el grueso de proyectos llevados a cabo por la corriente del “nuevo urbanismo”, puesto que se trata de espacios solamente accesibles para las clases con recursos y viables detrás de rejas y sistemas de seguridad pues, como contraparte, están las crecientes zonas de miseria. Pero esta tendencia de división ya se observa en toda AL en barrios elite convencionales, sea para acaudalados nacionales o *baby boomers* que viven su jubilación dorada en las playas de la región (Delgado, 2009). Y aún más, comienza a verse una división acentuada incluso en zonas conurbanas donde se han construido enclaves enrejados de residencias de clase media-baja pero que están rodeados de zonas populares. El modelo se repite y fracciona urbanística y arquitectónicamente el tejido social en sus distintos niveles socioeconómicos.

La alternativa para Newman *et al.* son las ciudades resilientes. También están, entre otras propuestas similares pero de distinta perspectiva, la de “ecópolis” de Engwicht (1992) o la de “ciudades ecológicas” de Platt, Rowntree y Muick (1994). En cualquier caso habría que advertir que dichos conceptos pueden llegar a limitar el dar cuenta de que estrictamente en los hechos no puede existir una ciudad netamente “sustentable” pues toda urbanización implica desde el punto de vista de la termodinámica, un flujo importante de energía y materiales y, por tanto, de degradación del medio ambiente. Por tanto, considero que lo más atinado sería hablar de ciudades menos devoradoras de recursos y menos generadoras de desechos. Ello implica enton-

ces que no puede haber recetas únicas sino múltiples y diversas posibilidades acordes a la realidad social, política, cultural y medioambiental de cada caso. Hablar de modelos es arriesgado aunque sí se pueden apuntar, por un lado, ciertos elementos que en general tienden a ser un problema, y por el otro, herramientas o mecanismos que bien podrían ser útiles.

Ciudades resilientes, ecópolis o ecociudades, entre otras, son propuestas que coinciden en centrar su atención en componentes tales como el sistema de transporte público, el uso de la bicicleta y la movilidad peatonal o por proximidad. Y es que se considera que el asunto de la movilidad condiciona en buena medida la geografía de viviendas y lugares de trabajo, así como la calidad de vida. Al respecto, adviértase que el promedio de personas transportándose en automóvil a nivel mundial es de 1.5 (Newman *et al.*, 2009: 105, 117), aspecto que torna el sistema de transporte privado altamente ineficiente y despilfarrador de recursos, no sólo de energía, sino de materiales pues se requiere en promedio que las ciudades destinen una tercera parte de su espacio a ese tipo de transporte lo que implica miles de kilómetros asfaltados (la compleja red vial de la Ciudad de México está, por ejemplo, compuesta por unas 25 mil calles o una extensión lineal de 10,182 km). Se suma el hecho de que la población dedica mucho tiempo a moverse. En la Ciudad de México por lo menos son cuatro horas diarias, lo que en términos prácticos es una ineficiencia del modelo urbanístico y de transporte imperante y una pérdida de tiempo de vida invaluable.

Por tanto, sería importante la conformación de ciudades cada vez más policéntricas, multifuncionales, compactas (de alta densidad poblacional) y en donde la infraestructura, en particular los grandes edificios deberán ser renovados con ecotecnologías dado que son responsables del 43% de las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por tipo de construcción en la ciudad. Se coincide en la necesidad de crear mayores espacios verdes (incluyendo vías verdes y azoteas o tejados verdes); de promover el uso racional del agua (ahorro, reuso y aprovechamiento) así como la protección y rescate de suelos de conservación; de incentivar la producción (cooperativa) de alimentos en espacios conurbanos y semirurales o de aquellos intermedios que se podrían denominar como “ruburbia”<sup>11</sup> (si se enfoca la producción para la ciudad, se

<sup>11</sup> Thomas Siverts, teórico urbanista alemán, propone el concepto de

reduce, al menos parcialmente, el kilometraje detrás de la comida); de reducir los residuos y mejorar su manejo; así como de atacar el problema energético a fondo en los rubros más devoradores de la misma. Otras propuestas viables en urbes metropolitanas también son discutidas pero ciertamente se trata de medidas inviables o que no se ajustan a la realidad de muchos espacios urbanos periféricos.<sup>12</sup>

Se aboga además por el uso de energías renovables cuando sea posible y siempre considerando la mochila ecológica de tales alternativas. El uso de tecnologías alternativas es importante pero no única. En este sentido, se advierte también la importancia del desarrollo de marcos legales propicios, por ejemplo, con respecto a la construcción pública y privada y que incluye no sólo la construcción y el transporte, sino también la descentralización de la producción energética o lo que se denomina como “generación distribuida”. Su importancia radica en que ésta reduce pérdidas en la transmisión, hace más segura la cobertura y permite un amplio uso de tecnologías de producción energética alternativas. En concreto, un nuevo marco legislativo implica que los gobiernos locales necesitarán formular e implementar estrategias integradas de flujo de recursos sobre la base de nuevas estructuras organizativas y de gobernanza, así como de nuevas herramientas y métodos de planeación, por ejemplo, que permitan mapear los flujos de recursos de la ciudad y la región (Newman *et al.*, 2009: 81). En tal sentido, el estudio serio y sistematizado de flujos metabólicos se tendrá que convertir en un estándar de la planeación urbana.

Desde luego, se advierte la importancia de poner mucha atención a las personas y al desarrollo de la comunidad en el proceso de cambio pues es clave que la gente entienda y haga propios los procesos de cambio en todas las escalas y niveles, de ahí lo relevante de acciones en educación, comunicación y concientización social. Como escriben Newman *et al.*, “...el cam-

*Zwischenstadt* o “*in-between city*” (en Davis, 2006: 9). Es de notarse que la producción de alimentos sin embargo, no es una función básica de las ciudades. En la Ciudad de México mucho menos debido a la fuerte escasez de agua.

<sup>12</sup> Se habla, por ejemplo, de compactar las zonas de suburbios típicos estadounidenses o de compartir las casas habitación (*co-housing*) en por lo menos sus espacios comunes como salas, cuarto de lavado, etcétera, entre otras propuestas.



bio no es principalmente a cerca de la tecnología sino de cómo las ciudades funcionan en su nivel cultural básico" (*Ibid*: 85).

### *Conclusiones*

Ante la creciente urbanización de la sociedad del siglo XXI, la construcción de soluciones, pero incluso de medidas efectivas de adaptación-mitigación, obliga la toma de decisiones que apuntan hacia la construcción de otras modalidades de desarrollo. De aquél más humano, ambientalmente armónico y culturalmente diverso.

La idea que aboga por más desarrollo económico como plataforma imprescindible para la toma de acciones contra los impactos ambientales del megarurbanismo contemporáneo es errada pues más desarrollo económico implica más consumo de recursos y más afectación ambiental sin que necesaria y automáticamente ello implique mejora alguna, mucho menos en términos de justicia social. En el mismo tenor, debe tenerse claro que consumir mucha y cada vez más energía no es necesariamente un prerrequisito para el bienestar social.

Otros tipos de desarrollo socio-ambientalmente más armónicos y que no necesariamente generarán más riqueza económica pero sí material, humana y ambiental, deberán, en síntesis, construirse desde un replanteamiento a fondo del sistema de producción, distribución y consumo imperante, y tomando nota de la diversidad y complejidad de lo local, lo que incluye por supuesto, relaciones con lo regional y lo global. Desde luego, ha de considerarse, ambientalmente hablando, las interrelaciones de lo local, lo regional y lo global como un todo. En tal sentido, la propuesta alternativa se visualiza, desde su aspecto económico-biológico como un sistema abierto a la entrada de energía y materiales y a la salida de residuos y calor disipado. Por el lado social-político-cultural, como aquel que se construye —en armonía con la naturaleza— desde la perspectiva de la vida de todos y cada uno de sus individuos; que considera desde la colectividad y desde la autonomía de los pueblos, la complejidad de los *contextos* de cada espacio o región; y que aprovecha y conserva la diversidad y riqueza cultural y de conocimientos ahí existentes.

Se trata de un esquema en el que fundamentalmente lo local

se reposiciona a contracorriente de la globalización del capital pues otros tipos de desarrollo no se pueden manifestar en lo concreto más que en tal dimensión. Las alternativas requieren de la iniciativa, el compromiso y la imaginación colectiva necesaria para cubrir los objetivos sociales y para poner en evidencia las soluciones específicas susceptibles de realizarse en un contexto de justicia social. Esto es, ver los espacios urbanos como un bien común y no como objeto de realización de ganancias y de consumo individualizado (Bettini, 1998: 161).

Estamos ante todo un reto que obliga a una reflexión interdisciplinaria, específica y propia de cada región, de cada país y de cada ciudad. El asunto circunscribe, además de la construcción de políticas públicas alternativas, la valoración sobre la pertinencia y viabilidad del uso de nuevas tecnologías de construcción, de conocimiento tradicional/popular y tecnologías alternativas, de transporte público y sus características, de mecanismos de ahorro de energía y materiales diversos (y en su caso, de su reciclaje), de aumento de la autosuficiencia y adaptabilidad de las diversas zonas urbanas que componen las ciudades, de preservación de los cinturones verdes, de restauración ambiental de la periferia urbana, de cuidado y recuperación de ríos, canales y cuencas de inundación; entre otros instrumentos que permitan reconvertir las urbes latinoamericanas en espacios cada vez menos devoradores de materiales y energía y más aptos frente al cambio climático. El diseño y ejecución de política pública deberá, por tanto, recaer en gran medida sobre la base de la evaluación y planificación entrópica de las ciudades y sus espacios rurales y de conservación. El rol del Estado es clave, hecho al que se suma su peso como consumidor individual de energía y materiales y, por tanto, como emisor individual de desechos y de gases de efecto invernadero (aporta el 10% de los mismos para el caso de una ciudad media promedio).

Las experiencias pueden ser, y de hecho deberían ser, compartidas, pero las soluciones concretas requerirán de amplios esfuerzos en la escala local a modo de implementar acciones acordes a la realidad específica de cada caso.

## Bibliografía

- Banco Mundial. 2004. *Affordable Housing and Urban Poverty Sector Adjustment Loan*. Reporte núm. 27627-MX, Washington, DC, Estados Unidos, 27 de abril.
- . 2008. *Private Housing Finance Markets Strengthening Project*. Reporte núm. 45818-MX. Washington, DC, Estados Unidos, 15 de octubre.
- . 2009. *Implementation Completion and Results Report for an Affordable Housing and Urban Poverty Sector Adjustment Loan and Second and Third Programmatic Affordable Housing and Urban Poverty Development Policy Loans*. Reporte No. ICR0000830. Washington, DC, Estados Unidos, 26 de febrero.
- Baran, P., y Sweezy, P. 1966. *El capital Monopolista*. México. Siglo XXI Editores.
- Bicknell, Jane, Dodman, David y Satterthwaite, David. 2009. *Adapting Cities to Climate Change*. Earthscan. Londres/Washington.
- Bolay, J. C. 2006. "Slums and Urban Development: Questions on Society and Globalisation". *The European Journal of Development Research*, 18 (2), 284-298.
- Boyden, S., Milla, S., Newcombe, K., y O'Neil, B. 1981. *The Ecology of a City and its People: the case of Hong Kong, Canberra, Australia*, Australian National University Press.
- CONAVI-Comisión Nacional de Vivienda. 2008a. *Criterios e Indicadores para Desarrollos habitacionales Sustentables*., México. Marzo.
- CONAVI-Comisión Nacional de Vivienda. 2008b. *Programa Específico Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático*, México.
- Davis, M. 2006. *Planet of Slums*. London-Nueva York, Versus.
- Delgado, G. C. 2009. *Sin Energía. Retos y resistencias al cambio de paradigma*, México, Plaza y Valdés.
- y Saxe-Fernández, J. 2004. *Imperialismo y Banco Mundial en América Latina*. Madrid, España, Popular.
- Engwicht, D. 1992. *Towards an Eco-City – Calming the Traffic*. Sydney, Australia, Environbook.
- Geddes, P. 1915. *Cities in evolution*. London, UK, Williams and Norgate, Ltd.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *The entropy law and the*

- economic process*, Harvard University Press, EUA. Publicado en Español por Fundación Argentaria en 1996.
- Godrej, D. 2001. *No-Nonsense Guide to Climate Change*. UK. Verso.
- Harvey, D. 2003. *The New Imperialism*, Oxford, UK, Oxford University Press.
- Hanya, T., y Ambe, Y. 1976. "A study on the metabolismo of cities". In: *Science for a better environment*. Tokyo, Japón, HESC, Science Council of Japan.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., y Engel-Yan, J. 2007. "The Changing Metabolism of Cities". *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59.
- Klaufus, Christien. 2010. "Watching the city grow: remittances and sprawl in intermediate Central American cities." *Environment and Urbanization*, vol 22, no. 1, SAGE, abril.
- Latouche, S. 2008. *La apuesta por el decrecimiento*. Barcelona, España, Icaria-Antrazyt.
- Martínez Alier, Joan y Roca Jusmet, Jordi. 2000. *Economía ecológica y política ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Mumford, L. 1961. *The City in History: Its Origins, Its Transformations and Its Prospects*, Nueva York, Estados Unidos, Harcourt, Brace & World.
- Muñoz Ríos, P. 2007. "Gana sólo entre uno y dos salarios mínimos 47% de los trabajadores". *La Jornada*, México, 28 de diciembre.
- Newman, P., Beatley, T., y Heather, B. 2009. *Resilient Cities. Responding to Peak Oil and Climate Change*, Washington, DC, Estados Unidos, Island Press.
- Perló, M., y González, A. E. 2009. *¿Guerra por el Agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*, México, PUEC-Coordinación de Humanidades, UNAM.
- Platt, Rutherford, Rowntree, Rowan y Muick, Pamela. 1994. *The Ecological City. Preserving and Restoring Urban Biodiversity*, University of Massachusetts Press, EUA.
- Rees, William. 1992. "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out". *Environment and Urbanization*, SAGE, vol. 4, núm. 2, octubre.
- Schmidt-Bleek, Friedrich. 1993. *The fossil makers*, Boston, EUA. Disponible en la página del Factor 10 Institute de Austria: [www.faktor10.at](http://www.faktor10.at)

- Secretaría del Medio Ambiente del GDF. 2008a. *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008–2012*, México, Gobierno del Distrito Federal.
- . 2008b. *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Zona Metropolitana del Valle de México 2006*. México, Gobierno del Distrito Federal.
- . 2008c. *Inventario de Contaminantes Tóxicos de la Zona Metropolitana del Valle de México 2006*, México, Gobierno del Distrito Federal.
- . 2009. *Inventario de Residuos Sólidos 2008*, México, Gobierno del Distrito Federal.
- Sin autor. 2009. “Requerirá México 241 millones de toneladas de alimentos para el 2030”, *El Universal*, México, DF, 16 de noviembre. Disponible en: [www.eluniversal.com.mx/notas/640287.html](http://www.eluniversal.com.mx/notas/640287.html). Consultado el 18 de marzo de 2010.
- Toussaint E., y Millet, D. *60 Preguntas, 60 Respuestas sobre la deuda, el FMI y el Banco Mundial*, Barcelona, España, Icaria-Intermón Oxfam.
- Ugarteche, Oscar. 2010. *Historia Crítica del FMI*, Breviarios de Investigaciones Económicas, IIE, UNAM, México.
- Wallach, Lori y Woodall, Patric K. 2004. *WTO – Whose Trade Organization?*, The New Press, Nueva York/Londres.
- Wolman, A. 1965. “The metabolism of cities”. *Scientific American*. 213(3): 179-190.



# La adaptación al cambio climático en ciudades a través de la reducción del riesgo: hacia un esquema articulador

*Fernando Aragón-Durand*

## *Introducción*

Este capítulo tiene como objetivo proponer un marco de referencia que sirva para integrar la reducción de riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la gestión pública de las ciudades. Se pone especial atención en las políticas públicas debido a que es el ámbito donde se pueden identificar vínculos conceptuales y metodológicos que propicien la sinergia de acciones y respuestas institucionales. La adaptación al cambio climático implica una paulatina reducción de la vulnerabilidad a las amenazas meteorológicas y a la variabilidad climática en contextos en donde los cambios tecnológicos, sociales y organizacionales puedan operar como mayor celeridad y eficiencia en las próximas décadas. Las ciudades, y en particular las ciudades de gran tamaño como las metrópolis y las ciudades medias, pueden convertirse en territorios donde se implementen y mejoren medidas y acciones que favorezcan la reducción de la inseguridad a peligros climáticos y donde se busque el paulatino aumento de la resiliencia de los grupos más expuestos al riesgo. A decir por Satterthwaite *et al.* (2009) los centros urbanos y la infraestructura que concentran son susceptibles de adaptación para reducir los riesgos de los impactos directos e indirectos del cambio climático. En México la existencia de instituciones públicas nacionales como la SEMARNAT, INE, CONAGUA, CENAPRED, SEDESOL y SEGOB, entre otras, y la coyuntura política internacional previa a la COP-16<sup>1</sup> representan el contexto que puede detonar tal articulación y hacer que el cambio climático no solamente sea una poderosa narrativa global sino también una problemá-

<sup>1</sup> COP-16 son las siglas de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático que en su versión décimo sexta se celebrará en la ciudad de Cancún, México, en diciembre de 2010.

tica compleja de expresión local a ser atendida por los gobiernos y sociedades urbanas.

*Adaptación al cambio climático y prevención de desastres en México: comunidades de gestión de política pública*

Actualmente las políticas de adaptación al cambio climático y las de prevención de desastres en México no están vinculadas, a pesar de que, como dicen Helmer y Hilhorst (2006), pudiera parecer obvia la interrelación considerando la manera en cómo el cambio climático está modificando el riesgo a los desastres y cómo la reducción del riesgo podría contribuir en favor de la adaptación al cambio climático. Para enfrentar las probables consecuencias del cambio climático, desarrollar capacidades para su adaptación y prevenir desastres es condición necesaria para vincular ambas políticas (O'Brien, *et al.*, 2006; Schipper y Pelling, 2006; Thomalla, *et al.*, 2006; Aragón, 2010).

La articulación entre las políticas de adaptación y las de prevención de desastres no se logra por el hecho de sugerir acciones programáticas conjuntas ni por la expresión de voluntades de los tomadores de decisión, más bien se tienen que enfrentar y salvar obstáculos inherentes a: 1) las diferencias de concepción y percepción de las amenazas, riesgo y vulnerabilidad; 2) las diferentes escalas espacial y temporal de manifestación de las amenazas, y 3) las diferencias en alcances, objetivos e intereses de intervención que la comunidad de gestión pública del cambio climático (CCC) tiene frente a la de prevención de desastres (CGD). El desastre de origen meteorológico y su prevención supone respuestas rápidas casi inmediatas mientras que los impactos del cambio climático se estiman en términos probabilísticos y su acción mediata ha estado inscrita preferentemente en las medidas de mitigación de gases efecto invernadero y en el diagnóstico de la sensibilidad de sectores como el hídrico, forestal, agrícola y productivo al probable impacto de los fenómenos naturales.

Si bien las dos comunidades de gestión pública (CCC y CGD) comparten la noción de riesgo como uno de los valores centrales para su organización y el diseño de respuestas, el significado e implicaciones son distintas. El riesgo climático incorpora una mayor incertidumbre debido a la imposibilidad de contar



con conocimiento exacto de los escenarios de cambio climático (varias décadas), de las tendencias en el desarrollo socio-económico, así como de los correspondientes cambios en las emisiones GEI estimadas en el marco de esos escenarios. En cambio, el riesgo de desastres se define con base en el conocimiento de la ocurrencia anual e interanual de amenazas y de las condiciones que hacen que la gente, territorio e infraestructura sea cada vez más vulnerable a tales amenazas.

Ambas comunidades de gestión pública también comparten el carácter tecnológico de las medidas implementadas hasta ahora para reducir el riesgo. Así, la toma de decisiones al interior de la CGD —encarnada en México en el Sistema Nacional de Protección Civil— ha estado preferentemente basada en el conocimiento científico y técnico de los rasgos físicos de las amenazas meteorológicas y en el diseño de tecnologías para su pronóstico y control. En este sentido, se afirma que las instituciones y la sociedad en general tendrán siempre la capacidad para reducir el impacto del fenómeno natural y, en el mejor de los casos, evitarlo o repararlo.

Como lo afirmó Hewitt (1983) hace ya casi tres décadas, la visión tecnocéntrica del mundo, sociedad y naturaleza, ha determinado en buena medida la organización y comportamiento de las instituciones avocadas a la atención del desastre. Bajo esta visión, se cree, en buena medida, que el cambio de comportamiento de los “agentes perturbables”<sup>2</sup> (es decir, las poblaciones en riesgo) para evitar su propia exposición al riesgo y las medidas ingenieriles para confinar y aislar el peligro de su contexto territorial, son los objetivos más importantes a lograr. Esto paralelamente ha sido en detrimento de la emergencia del conocimiento y consideración de los procesos sociales, políticos y económicos que hacen que determinados grupos sociales sean vulnerables a impactos concretos de amenazas naturales. Así, la tarea de “prevención” que prevalece en México adquiere un significado “social” en tanto se pueda “educar” a los grupos humanos para que cambien su comportamiento y puedan evitar estar expuestos a los riesgos. Las causas de raíz de la vulnerabilidad no son entendidas como asuntos de prevención de

<sup>2</sup> Agente o sistema perturbable es el término empleado en las Bases Conceptuales del Sistema Nacional de Protección Civil para referirse a las poblaciones e infraestructura que puede sufrir el impacto de los peligros.

desastres por lo que las instituciones orientadas a resolver los problemas socio-económicos estructurales no integran la prevención ni a la reducción del riesgo como valor central en sus políticas públicas.

En ese sentido y dado que la adaptación al cambio climático implica cambios en la estructura y conductas sociales, en los arreglos institucionales y en los valores de política pública se vislumbran actuales y potenciales sinergias con aquellos procesos de cambio que la reducción de la vulnerabilidad impone, entre otros, la reducción de la pobreza, el incremento de la seguridad de los grupos vulnerables y el reconocimiento del carácter social, político e incluso ideológico tanto de la adaptación como de la reducción del riesgo climático. Este capítulo propone un marco de articulación entre la CCC y la CGD que contiene elementos para que la gestión del riesgo de desastres contribuya a la planeación de la adaptación en contextos urbanos. Se resaltan algunos obstáculos, se proponen medidas de acción para salvarlos y se exploran componentes del riesgo, vulnerabilidad y adaptación que definen el marco de referencia; objetivo de este capítulo.

### *Reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático: obstáculos y estrategias de acción*

A decir por Aragón-Durand (2010) las comunidades de gestión pública del cambio climático y la de prevención de desastres han estado desvinculadas, entre otras cosas, debido a sus diferencias conceptuales y epistemológicas en relación con conceptos clave como amenaza natural, riesgo y vulnerabilidad. La construcción y el tipo de problemas, de conocimiento, su uso y destino para resolverlos difieren por lo que, en consecuencia, las medidas y respuestas no necesariamente convergen en objetivos comunes; de ahí que no convergen las implicaciones en la implementación de las políticas.

La comunidad de gestión del riesgo de desastres CGD concibe como peligros y amenazas naturales aquellos fenómenos extremos que llegan a tener un impacto relativamente corto, inmediato y concentrado en una región o localidad —a excepción de la sequía cuya manifestación es regional y de largo plazo. El modelo conceptual de los desastres que es la base del actual

SINAPROCI,<sup>3</sup> atribuye la causalidad (lineal) del desastre a la presencia de la amenaza natural, a tal grado, que los tipos de desastres se nombran a partir del tipo de amenaza en cuestión. Esto ha tenido implicaciones en la formulación de medidas de política pública ya que el énfasis se ha puesto en conocer a detalle las amenazas y las consecuencias de su impacto en detrimento del conocimiento de los procesos socio-económicos generadores de la vulnerabilidad de la gente y regiones.

Al interior de la CGD, la investigación —que ha estado primordialmente a cargo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)— está enfocada en caracterizar, por ejemplo, las amenazas hidro-meteorológicas a través del pronóstico y del monitoreo de su evolución así como la potencial exposición y el posible impacto; *i. e.* poblaciones asentadas en costas expuestas a ciclones tropicales. Conceptualmente existe una brecha entre las amenazas naturales y los procesos sociales de generación de la vulnerabilidad, en particular en la manera en cómo los modos de vida y las capacidades de adaptación de la gente a condiciones extremas y de variabilidad pueden ser transformadas o, en el mejor de los casos, potenciadas para adaptarse a nuevos escenarios de riesgo climático.

Por otro lado, para la CCC la mayoría de los impactos del cambio climático son más difíciles de percibir y de medir, debido a que las transformaciones en las condiciones climáticas promedio y la variabilidad climatológica ocurren en largos periodos y a que la incertidumbre prevalece en referencia con la distribución espacial de los extremos. Al mismo tiempo, las relaciones causa-efecto son complejas y no son fáciles de elucidar por lo que en el mejor de los casos se construyen escenarios de *causa-cambio-impacto* de largo plazo (por ejemplo, se proyectan escenarios a 2030, 2050 y 2080) y de potenciales consecuencias del cambio climático en diferentes escenarios de estabilización de emisiones de gases de efecto invernadero (Aragón, 2010).

Thomalla *et al.* (2006) afirman que las incertidumbres de los escenarios socio-económicos y de los modelos globales de circu-

<sup>3</sup> Diseñado por el ingeniero de origen polaco Ovsei Gelman, en 1986. Para más detalles sobre las bases conceptuales del actual SINAPROCI, véase Comisión Nacional de Reconstrucción 1986. *Bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil*, Gobierno de México, México.

lación (GCM's por sus siglas en inglés) en relación con la frecuencia, magnitud y distribución espacial de los peligros climáticos futuros, resultan en un conocimiento deficiente sobre los impactos en los niveles nacional, regional y local. Es por tal razón que el desarrollo de capacidades adaptativas en las poblaciones en riesgo se vuelve aún más necesaria y es en este contexto que la articulación CGD-CCC se hace más pertinente en la formulación e implementación de políticas públicas de prevención de desastres que sean socialmente sensibles dentro de un contexto de clima cambiante.

La vulnerabilidad también está sujeta a interpretaciones diferentes en función de la comunidad de política pública que se trate. Al igual que las amenazas o peligros naturales, el concepto de vulnerabilidad adquiere diferentes significados en función de la comunidad de política pública en cuestión, en particular de la institución y sus objetivos, investigador y marcos de referencia empleados. Por un lado, para la CGD la vulnerabilidad comúnmente se refiere a la exposición de la infraestructura, equipamiento urbano, vivienda, vías de transporte y sistemas productivos al impacto de los fenómenos naturales y de su resistencia; rara vez se hace referencia a la vulnerabilidad de los grupos humanos y mucho menos a cómo esta vulnerabilidad puede ser un atributo personal y colectivo que varía en función de los recursos que posee la gente, sus capacidades adaptativas, su posición social y de las relaciones de poder existentes. Bajo esta conceptualización, la vulnerabilidad adquiere casi exclusivamente un carácter fiscalista o naturalista por lo que es común encontrar en las descripciones de los implementadores de política pública y funcionarios que la vulnerabilidad está en función del potencial impacto en las estructuras y en las condiciones de la producción (Aragón-Durand, 2010).

Por otro lado, para la CCC la vulnerabilidad se refiere a las características y funciones que le permiten a los sectores ambientales y productivos de mantener el "equilibrio" y, por ende, las funciones que provee a la sociedad. Así, la vulnerabilidad de la agricultura está definida por los grados de sensibilidad a los impactos de las sequías o inundaciones en las áreas dedicadas a esa actividad económica y se mide en función de la reducción del rendimiento de los cultivos. La vulnerabilidad de los ecosistemas forestales y de la biodiversidad se entiende como el grado de susceptibilidad a los cambios del clima lo que puede provo-

car alteraciones en la distribución y abundancia de especies. La vulnerabilidad del recurso agua se define como la alteración en su disponibilidad debido a los cambios climáticos como el aumento extremo de las precipitaciones y cómo la alteración en ese recurso tendría consecuencias en las actividades productivas (por ejemplo, cultivo de maíz), en zonas o cuencas hidrográficas, y en el consumo humano. En pocas palabras, la CCC se enfoca en conocer qué tan afectable y disponible es un recurso en cuestión y cómo esa situación puede comprometer el desarrollo regional y nacional. El cuadro 1 resume las diferencias entre ambas comunidades de gestión de política pública. Más adelante se propone un esquema que integre ambas comunidades.

### *Marco de referencia para la articulación de la adaptación al cambio climático con la reducción del riesgo de desastres en México en contextos urbanos*

En este apartado se describen tres grupos de medidas de política pública que pueden servir como ejes de articulación entre la CCC y la CGD. Esto da respuesta de manera concreta a la propuesta de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas para desarrollar marcos nacionales integradores en los países en conformidad con el Marco de Acción de Hyogo y la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Derivado de las consideraciones anteriores, en este apartado se identifican tres grupos de oportunidades y fortalezas del SINAPROC para integrar la gestión del riesgo meteorológico con la adaptación al cambio climático (basado en Aragón-Durand, 2008 y 2010).

Las siguientes medidas sugieren trabajos conjuntos entre ambas comunidades de gestión pública y, como tal, los formuladores y tomadores de decisión deberán estar concientes de la existencia de procesos de construcción de significados que pueden variar en función de su uso y del contexto en el cual se emplean. Sin embargo, estas medidas tienen como común denominador el rol central que tienen que jugar los actores urbanos como sujetos y sus espacios de maniobra en la gestión pública.

**Cuadro 1.** Comunidades de Gestión del Riesgo a Desastres (CGD) y del Cambio Climático (CCC).

	<i>CGD</i>	<i>CCC</i>
Amenaza natural	Fenómenos naturales extremos de impacto inmediato y concentrado a escala regional o local; relación causa-efecto lineal de origen natural.	Variabilidad de promedios (temperatura y precipitación) y de extremos; impactos a mediano y largo plazos; relación causa-efecto compleja de origen antropogénico y natural
Tipo de conocimiento	Características del fenómeno perturbador y evolución de su comportamiento; impacto socioeconómico del desastre y disrupción social.	Complejidad de procesos globales e incertidumbre de sus consecuencias regionales y locales. Interacción atmosférica de gases efecto invernadero, modelos de circulación y escenarios de cambio climático y su impacto con proyecciones socioeconómicas a mediano y largo plazo.
Vulnerabilidad	Exposición de la infraestructura y equipamiento a amenazas; tendencia a la disrupción de las condiciones socioeconómicas en las regiones y localidades	Sensibilidad y resiliencia de los ecosistemas, recursos naturales y sistemas productivos; capacidad de resistir el rompimiento del balance natural que soporta la vida humana.
Riesgo	Función de la amenaza extrema y la vulnerabilidad.	Baja en la disponibilidad de un recurso y su eventual agotamiento.
Instituciones y actores	Nacionales, estatales y locales SEGOB, SEDESOL, SEDENA, autoridades de Protección Civil y unidades de PC en los estados Cruz Roja.	Nacionales e internacionales Panel Intergubernamental del Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático: SEMARNAT, SENER, SE, SAGARPA, SEDESOL, SER y SCT.
Respuestas de política pública	Medidas ingenieriles y de contención hidráulica, planes de contingencia y emergencia, ayuda humanitaria. Programa Nacional de Protección Civil; Programas Estatales y Municipales de Protección Civil.	Mitigación vía reducción de emisiones de gases efecto invernadero, captura de carbono y conservación de masa forestal y la transferencia de tecnología limpia y eficiente. Incipiente adaptación, Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) y Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

Fuente: F. Aragon Durand (2008).

## 1. Comunicación del riesgo en centros urbanos de rápida difusión de información

La comunicación del riesgo puede ser efectiva si es socialmente significativa y se contextualiza en los marcos axiológicos y epistémicos de la gente en riesgo, de los tomadores de decisión, y de los implementadores de política. En un principio, las diferencias pueden representar un obstáculo ya que la percepción del fenómeno natural como una amenaza puede no ser igual para todos y, por ende, la capacidad de los involucrados para actuar en función del potencial peligro puede diferir e inclusive ser contradictoria. Para iniciar el proceso, se puede partir del reconocimiento de esas diferencias (conflictivas o no) y construir escenarios tanto de riesgos de amenazas meteorológicas, como climatológicas y estimar si las capacidades de adaptación de los grupos urbanos más vulnerables cambia a corto y mediano plazo. Al respecto, la perspectiva del construccionismo social aplicada al estudio de los problemas sociales y ambientales (Demeritt, 1998; Castree and Braun, 2001; Braun and Castree, 1998; Cronon *et al.*, 1995; Linder, 1995; Fischer, 2003a; Stallings, 1997; Irwin, 2001; Garvin, 2001, y Hannigan, 1995), nos indica que las características físicas intrínsecas del peligro natural no determinan de manera lineal, ni tampoco causal, la percepción en función de la magnitud del peligro y por ende la toma de decisiones. Esto se debe más bien a la manera en cómo las colectividades “se ponen de acuerdo” para seleccionar un repertorio limitado de riesgos que puede atender y las formas en cómo construyen socialmente el riesgo. En este texto, se propone entonces que la comunicación del riesgo entre los involucrados —sean éstos afectados, vulnerables o tomadores de decisión de las comunidades CCC y CGD—, no debe ser una actividad técnica de transmisión de los “peligros” naturales, sino eminentemente una construcción discursiva que pone en evidencia la desigual distribución del poder tanto para decidir cuáles son los problemas asociados al cambio climático, como las acciones orientadas para resolverlos.

En México existe disposición del sector ambiental (INE, SEMAR-NAT, CECADESU) y del sector protección civil (SEGOB) para trabajar en esquemas compartidos de comunicación del riesgo de desastres. Esto representa una oportunidad que está ya contemplada en el Marco de Acción de Hyogo y, en especial, en referencia con

su segundo objetivo estratégico que es el desarrollo y fortalecimiento de las instituciones, mecanismos y capacidades para aumentar la resiliencia ante amenazas. Al respecto, otras secretarías de Estado clave como la SEDESOL, SEMARNAT, CONAGUA, IMTA y SEP deberán involucrarse y construir procesos de capacitación para la comunicación del riesgo meteorológico orientados a poblaciones vulnerables y aquellos sectores generadores del riesgo como puede ser la misma SEDESOL, SHCP, SECTUR, entre otros.

## 2. Toma de decisión en la gestión del riesgo de desastres y financiamiento

Al respecto, Aragón-Durand (2010) propone el fortalecimiento del FOPREDEN (Fondo de Prevención de Desastres Naturales) operado por la Secretaría de Gobernación. Este Fondo puede complementarse con un Fondo para la Adaptación al Cambio Climático, tal y como se ha sugerido en las dos más recientes Conferencias de las Partes de la ONU. El FOPREDEN debe ser aprovechado al máximo para financiar proyectos orientados a la elaboración de diagnósticos de vulnerabilidad y Atlas de Riesgos de Desastres que incorporen de manera sustancial la vulnerabilidad de los grupos humanos y de los sistemas construidos e infraestructura urbana. Estos procesos deben entenderse como procesos de desarrollo de capacidades locales tanto de poblaciones en riesgo como aquellas afectadas por desastres. En este sentido, se puede aprovechar al CECADESU y a la Coordinación de Capacitación del CENAPRED para que diseñen e implementen talleres participativos de toma de decisiones en materia de reducción de riesgos hidro-meteorológicos y climáticos. Esto podría acompañarse de los insumos que la implementación de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) proveen en materia de educación climática.

La creación de un Fondo para la Adaptación debe partir de las vulnerabilidades de los sectores urbanos estratégicos como el sector hídrico, el energético y el de vivienda, con la finalidad de diseñar esquemas de financiamiento en el marco de la potencial ocurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos (fehMex) y la variabilidad climática. En estos términos, la articulación de los Fondos de CCC y CGD, deberá tomar en con-



sideración no sólo el registro reciente del impacto de los fehmex sino los escenarios probabilísticos del cambio climático.

El discurso del cambio climático y la prioridad en su atención que actualmente se le da en la administración pública federal y estatal, representa una gran oportunidad para que el FOPREDEN promueva la elaboración e implementación de proyectos de reducción del riesgo hidro-meteorológico que considere el cambio climático no como una variable más sino como el escenario a 2030, 2050 y 2080. El FOPREDEN es una gran oportunidad para que los planes estatales de adaptación al cambio climático promuevan líneas de acción que articulen aquellos proyectos de reducción al riesgo hidro-meteorológico planteados por protección civil. Los proyectos conjuntos de adaptación al cambio climático-reducción del riesgo a fehmex pueden beneficiarse del apoyo financiero del FOPREDEN.

### 3. Concepción de los afectados y “vulnerables” en las políticas públicas de protección civil y prevención de desastres

La elaboración de los Programas de Protección Civil de los Estados debe dejar claro y de manera muy explícita que “los vulnerables” son tanto los sujetos-blanco de la prevención de desastres y reducción del riesgo, como los no tan vulnerables. De ahí que en la práctica, en el diseño e implementación de medidas y acciones de política pública, se deba considerar la vulnerabilidad en sus dimensiones ambiental, social, económica y política. Esto puede ser reconocido ya por los gobiernos, tomadores de decisión y poblaciones en su conjunto en los programas de protección civil y en los planes familiares y de contingencia y los PEACC. La prioridad de acción número tres del Marco de Acción de Hyogo dice que: hay que utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de la seguridad y resiliencia a todo nivel. Esta oportunidad debe ser entendida y asumida por los elaboradores de los planes y programas de protección civil y por aquellos programas de los sectores clave (SEDESOL, SEMARNAT, SEGOB, SAGARPA, SECTUR, SDN, entre otras) que tiene que ver tanto con la generación del riesgo como con su reducción. El reconocimiento de los vulnerables al cambio climático es la tarea más difícil ya que existe incertidumbre en torno a cómo los principales factores que definen el desarrollo socio-econó-

mico pueden cambiar. Aunado a éste supuesto, su correlación con los escenarios climáticos se complejiza debido a la incertidumbre que las proyecciones climáticas suponen. La dimensión temporal debe ser incorporada en esta articulación CCC-CGD porque el desarrollo urbano y sus actuales y potenciales beneficios sociales pueden transformar las capacidades de los habitantes de las ciudades ya sea para bien o para mal.

Los tres grupos de componentes propuestos aquí para la elaboración de un marco que integre la comunidad de gestión pública de adaptación al cambio climático con la de reducción del riesgo de desastres han sido identificados como aquellos que en el corto plazo pueden ser trabajados por las dependencias e instituciones públicas referidas. Esto, por supuesto, no es una tarea fácil, por lo ya mencionado y porque la inercia operativa, el *ethos* y el *pathos* de las instituciones pueden oponer resistencia al cambio para enfrentar el cambio climático en las ciudades.

### Bibliografía

- Aragón-Durand, Fernando. 2008. *Estrategias de protección civil y gestión de riesgo hidrometeorológico ante el cambio climático*, México, Instituto Nacional de Ecología, Coordinación del Programa de Cambio Climático.
- . 2010. “Adaptación al cambio climático y gestión del riesgo de desastres en México: obstáculos y posibilidades de articulación”. En: Graizbord, B y Mercado, A. [ed.], *Amenazas, cambio climático y salud pública*. cap. VII, México, El Colegio de México, en prensa.
- Braun, B and Castree, N. 1998. ed. *Remaking Reality. Nature at the Millennium*, Routledge, Londres.
- Castree, N. y Braun, B. (ed.) 2001. *Social Nature. Theory, Practice and Politics*. Blackwell Publishers, Londres.
- Cronon, W. 1995. *Uncommon Ground. Towards reinventing nature*, Norton & Co., UK.
- Demeritt, D., 1998. “Science, social constructivism and nature”. In: Braun, B. and Castree, N. 1998 (eds.). *Remaking Reality. Nature at the Millennium*, Routledge, Londres.
- Fischer, F. 2003. “Risk assessment and environmental crisis: toward an integration of science and participation”. In Cam-

- pell, S and Fainstein, S. (eds.) 2003. *Readings in Planning Theory* Blackwell Publishing, 2nd edition, UK.
- y Hajer, M. 1999. *Living with Nature. Environmental Politics as Cultural Discourse*, Oxford University Press.
- Garvin, T. 2001. "Analytical paradigms: the epistemological distances between scientists, policy makers and the public", *Risk Analysis*, vol. 21, núm. 3. pp. 443-455.
- Hannigan, J. 1995. *Environmental Sociology*, Routledge, Londres.
- Hewitt, K.(ed.). 1983. *Interpretations of Calamity*, Allen & Unwin, Mass, USA.
- Irwin, A., *Sociology and the Environment*, Polity Press, UK.
- Linder, S. 1995. "Contending discourses in the electric and magnetic fields controversy: The social construction of EMF risk as a public problem". *Policy Sciences*, vol. 28, pp. 209-230.
- O'Brien, G. *et al.*, 2006. "Climate change and disaster management". *Disasters*, 31(4) pp. 64-80, Blackwell, UK.
- Satterthwaite, D., Huq, S., Reid, H., Pelling, M. and Romero, P. 2009. "Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in Low- and Middle- income Nations". In: J. Bicknell, D, Dodman and D, Satterthwaite (eds). 2009. *Adapting cities to climate change*. Earthscan, Ch. 1. Londres, UK.
- Schipper, L. y Pelling, M. 2006. "Disasters risk, climate change and international development: scope for, and challenges to, integration". *Disasters*, 30(1) pp. 19-38, Blackwell, UK.
- Stallings, R. 1997. *Sociological theories and disaster Studies. Lecture on Disaster and Risk at the Disaster Research Center*, Department of Sociology and Criminal Justice, University of Delaware, Newark, USA.
- Thomalla, F., Downing, T., Spanger-Sieghfried, E., Han, G. and Rockstrom, J. 2006. "Reducing hazard vulnerability: towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation". *Disasters*. 30(1) pp. 39-48.

#### Bibliografía sugerida

- Adams, J. 1995. *Risk*, University College London, Londres.
- Aragón-Durand, F. 2007. "Urbanisation and flood vulnerability in the peri-urban interface of Mexico City", *Disaster*, 31(4): pp. 477-494.

- Bankoff, G., Freks, G. and Hilhorst, D. 2004. *Mapping Vulnerability*. Earthscan, Londres.
- Bicknell, J., Dodman, D. and Satterthwaite, D. 2009. *Adapting Cities to Climate Change*. Earthscan, Londres.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. 2003. *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster*, Routledge, Londres.
- Calderón, G. 2001. *Construcción y Deconstrucción del Desastre*. México: Plaza y Valdés.
- Cannon, T. 2000. "Vulnerability analysis and disaster", in Parker, D. J. (ed.) 2000. *Floods, Hazards and Disaster Series*, vol. 1, Routledge, Londres.
- Hajer, M. 1997. *The Politics of Environmental Discourse*, Oxford University Press.
- Pelling, M. 2003. *The Vulnerability of Cities*. Natural Disaster and Social Resilience. Earthscan, UK.
- Perry, R. y Quarantelli, E. (eds.). 2005. *What is a Disaster? New answers to old questions*. Xlibris.

# Efectos del cambio climático en la salud y los retos a enfrentar

Ana Rosa Moreno Sánchez

## *Antecedentes*

En los últimos 50 años, los humanos han cambiado los ecosistemas naturales de manera más rápida y extensa que en cualquier periodo comparable en la historia humana.

Esta transformación del planeta ha contribuido a ganancias netas sustanciales en el bienestar humano y el desarrollo económico. Por una parte, no todas las regiones y grupos de personas se han beneficiado de este proceso y muchos han sido afectados. Por la otra, la totalidad de los costes asociados con estos logros comienza a ser evidente. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ha hecho evidentes estos cambios al señalar que aproximadamente 60% de los servicios ecosistémicos examinados, desde la regulación de la calidad del aire a la purificación de agua, está siendo degradado o se utiliza de forma insostenible (Corvalán *et al.*, 2005).

Los peligros de origen ambiental son responsables de una cuarta parte de la carga de enfermedad en el mundo según la Organización Mundial de la Salud (Prüss-Üstun y Corvalán, 2006). Además, muchos de los principales factores de riesgo de enfermedad como el agua no apta para consumo, la contaminación, el saneamiento inadecuado y la desnutrición están relacionados con el medio ambiente.

La mayoría de las personas tiene una idea vaga de que su salud está de algún modo vinculada al medio ambiente, algunas veces pueden encontrar una relación con la contaminación del aire pero pocos comprenden cuán intrincadas e importantes son estas conexiones.

La salud humana también depende de que los ecosistemas funcionen adecuadamente. No podemos vivir sin los recursos naturales y servicios que brinda la naturaleza para purificar nuestro aire; mantener la fertilidad de los suelos; polinizar las plantas; descomponer los desechos; proveer de agua dulce,

alimentos y combustibles para cocinar y transportarse, etc. Las diversas actividades humanas han propiciado las diversas manifestaciones del cambio ambiental global que sufren los diversos grupos humanos en todas las latitudes, entre éstas, el cambio climático.

Si bien podemos decir que el cambio climático es el desafío que caracteriza a este siglo, asegurar la salud de todos sigue siendo un asunto no concluido desde el siglo pasado.

### *Salud y cambio climático*

Desde Hipócrates ha quedado claro que las condiciones de salud y bienestar de un individuo y de una población están fuertemente asociadas al medio que los rodea.<sup>1</sup> Los seres humanos nos desarrollamos rodeados por una atmósfera sobre la superficie de la Tierra. El cambio global en el clima y su relación con los otros componentes del cambio ambiental, así como las condiciones económicas, culturales y sociales de una comunidad, definen los factores que influyen en la salud. Todos estos factores van dibujando la vulnerabilidad del individuo o del medio físico donde se asientan los humanos, condición que determina en gran medida la intensidad de los impactos de los cambios globales.

El tiempo meteorológico y el clima tienen una diversidad de impactos en la salud de las poblaciones humanas, ya sea de forma directa afectando al individuo o a su comunidad o indirectamente afectando a otros, o bien a los propios ecosistemas que proveen de insumos para la vida.

La Organización Mundial de la Salud ha concluido que los cambios climáticos que han ocurrido desde mediados de 1970 podrían estar causando más de 150,000 muertes al año y cinco

<sup>1</sup> Quien quiera investigar sobre medicina en forma apropiada, deberá proceder según sigue: en primer lugar deberá considerar las estaciones del año y cuáles son los efectos que cada una de ellas produce, pues no sólo no son semejantes sino que, en lo que concierne a la variabilidad de sus componentes, difieren mucho entre ellas. Consecuentemente deberá considerar los vientos, el calor y el frío, en cada lugar, entonces podrá evaluar cuáles son sus peculiaridades en cada comarca (Hipócrates, siglo v a.c.).

millones de años de vida perdidos por discapacidad, principalmente en los países en desarrollo (WHO, 2002).

Un clima más cálido y con una mayor variabilidad puede propiciar niveles más altos de algunos contaminantes atmosféricos; aumentar la transmisión de enfermedades a través del consumo de agua no apta y por medio de alimentos contaminados; poner en peligro la agricultura en algunos de los países menos desarrollados; así como, aumentar los peligros por la exposición a temperaturas extremas. Por ejemplo, cada año, alrededor de 1.2 millones de personas mueren por causas atribuibles a la contaminación del aire urbano; 2.2 millones por enfermedades diarreicas debido, en gran medida, a la falta de acceso a abastecimiento de agua potable y saneamiento adecuados, y a la falta de higiene; 3.5 millones fallecen debido a desnutrición; y aproximadamente 60,000 personas por impactos de desastres naturales (WHO, 2009a).

En un futuro, el cambio climático afectará inevitablemente los requisitos básicos para mantenimiento de la salud: aire y agua limpios, alimentos suficientes y una vivienda adecuada. Se espera que los efectos sobre la salud sean más severos para las personas mayores y aquellas con enfermedades o condiciones médicas preexistentes. Es probable que los grupos que soporten la mayor parte de la carga de enfermedades sean los niños y los pobres, de éstos en particular las mujeres (WHO, 2009a).

A continuación se describen las principales enfermedades asociadas con el cambio en el clima.

### *Enfermedades transmitidas por vectores*

*Paludismo:* La enfermedad es causada por un protozoo del género *Plasmodium* que se transmite a través de vectores, mosquitos hembras del género *Anopheles* que se alimentan de sangre humana para poder madurar los huevos. Su incidencia se ve afectada por la temperatura. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha manifestado que más de 140 millones de personas en la región de América Latina y el Caribe (un 16% del total) permanecen en riesgo de contraer la enfermedad (OPS, 2008). El IPCC proyecta un aumento en el número de casos para algunos países y disminución en otros, aunque en general se

prevé una población adicional en riesgo que puede ir desde 220 millones hasta 400 millones de personas (Parry, *et al.*, 2007).

*Dengue*: Es una enfermedad viral aguda transmitida por el mosquito *Aedes aegypti*, que se cría en el agua acumulada en recipientes y objetos desechados. El dengue es causado por cuatro serotipos del virus. En los últimos años se han presentado epidemias en Río de Janeiro, Brasil (AP, 2008); en Cochabamba, Bolivia (OPS, 2009); en Misiones, Salta, Catamarca y Chaco, Argentina (Ministerio de Salud, 2009), y en el este y norte de Perú (Ramírez, 2009). En 2010 tanto en Honduras como en México se ha presentado un número importante de casos. Esta enfermedad, anteriormente limitada por umbrales de temperatura a bajas altitudes, ya se ha detectado en ciudades de tierras altas: por ejemplo, en Taxco, México, por encima de los 1,500 m sobre el nivel del mar (Epstein, 2000). Los resultados de un estudio llevado a cabo en Veracruz mostraron que la incidencia de casos de dengue aumentó 2.6%, una semana después de cada evento con incremento de 1°C en la temperatura máxima semanal (Brunkard *et al.*, 2008).

En otra investigación que se hizo en los municipios de la zona olmeca de Veracruz para evaluar el efecto de las variaciones en la temperatura y la precipitación y la incidencia semanal de dengue en la población en general (1995-2005), se encontró que la relación se da con la temperatura mínima y temperatura superficial del mar. También se reportó un aumento en los casos en cinco municipios, destacando el de Mecayapan, donde por cada 1°C de aumento en la temperatura mínima aumentó dos veces el riesgo de casos de dengue (Riojas *et al.*, 2007).

Cuando se observaron las tasas de incidencia de dengue en los municipios de todo el país (1998-2005), se encontró que por cada incremento/reducción en 1°C, aumentan/disminuyen los casos en 4%, y por cada 10 mm de cambio en la precipitación, varían los casos en 2% (Riojas *et al.*, 2008). Para 2030 se pronostica para el país un aumento de 5% anual de casos de dengue debido al cambio climático (INE, 2009). Para 2085 se prevé que aumente el riesgo de contraer dengue a raíz del cambio climático a nivel mundial, lo cual afectará a 3,500 millones de personas (Parry *et al.*, 2007).

*Enfermedad de Chagas*: La enfermedad de Chagas es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, que es transmitido a los animales y a los seres humanos a través de insectos que se en-



cuentran solamente en las Américas, especialmente en las zonas rurales, donde la pobreza es generalizada. También se le conoce como tripanosomiasis americana. Efectos más lentos han sido observados en los vectores, la transmisión y la carga de enfermedad por el cambio climático (UNICEF, UNDP, WB, WHO, 2010).

*Fiebre del Nilo Occidental:* Esta enfermedad es transmitida por mosquitos urbanos que habitan en las aves y otros animales, y que pueden llegar a infectar a los seres humanos. Se ha observado que las condiciones climáticas de inviernos cálidos y sequía en la primavera afectan el ciclo urbano entre los mosquitos y pájaros, amplificando la enfermedad en los seres humanos (Epstein, 2001).

*Fiebre amarilla:* Es una infección viral aguda transmitida por mosquitos caracterizada por falla hepática, renal, miocárdica y hemorragias generalizadas con una alta tasa de letalidad. Su distribución se da principalmente en las zonas tropicales del África Sub-Sahariana, y en América Latina en Perú, Brasil, Bolivia, Venezuela, Colombia, Ecuador y Guyana Francesa y es principalmente en la selva en donde el hombre es ocasionalmente infectado. En el ciclo urbano de transmisión, el virus pasa de un humano infectado a un susceptible a través de la picadura del mosquito hembra *Aedes aegypti*, la cual se alimenta durante el día y se encuentra preferentemente en zonas urbanas. El número de casos de fiebre amarilla se ha incrementado en las últimas dos décadas debido a la disminución de inmunidad de la población a la infección, la deforestación, la urbanización, los movimientos de población y al cambio climático (WHO, 2009b).

*Hantavirus:* Los brotes de enfermedad por hantavirus se han asociado con cambios en la densidad poblacional de los roedores, la cual puede variar con las estaciones y los años; las variaciones dependen de factores extrínsecos, como la competencia entre las especies, el cambio en el clima y la depredación (Flores s/f). El hantavirus es transmitido a los humanos en gran medida por la exposición a los excrementos de roedores infecciosos, y a continuación puede causar una enfermedad grave, con un alto nivel de mortalidad (Patz y Holson, 2006). La mayor variabilidad del clima, resultado del cambio climático, ha contribuido a la aparición del hantavirus.

*Leptospirosis:* Esta enfermedad representa un problema de salud pública mundial. La magnitud del problema en regiones tropicales y subtropicales puede atribuirse en gran medida a las

condiciones climáticas y ambientales, y al contacto de las personas (tales como, agricultores, especialmente trabajando con los campos de arroz o caña de azúcar; mineros; trabajadores de sistemas de alcantarillado de rastros y veterinarios; principalmente) con un medio ambiente contaminado con *Leptospira* (WHO, ILS, 2003; Abella, 2010). Inundaciones extremas o huracanes pueden conducir a brotes de leptospirosis, por ejemplo, en 1995, se presentó una epidemia en Nicaragua después de grandes inundaciones y un importante factor de riesgo para la enfermedad resultó ser caminar en las aguas de la inundación (Trevejo *et al.*, 1998).

La información sobre cómo impactan las variables meteorológicas en la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores puede ser de gran utilidad para la generación de sistemas de alerta temprana y de intervenciones de salud pública con un enfoque más ecológico.

### *Enfermedades gastrointestinales*

Los factores climáticos influyen en el crecimiento y supervivencia de patógenos, así como en las vías de transferencia. Por ejemplo, las fuertes precipitaciones pueden conducir a la descarga de contaminantes de aguas pluviales en cuerpos de agua si el volumen excede la capacidad de contención del alcantarillado o planta de tratamiento, que están diseñados para una cierta descarga de las aguas residuales (Patz *et al.*, 2008). De esta manera, la contaminación de aguas superficiales puede explicar los casos estacionales de diversos tipos de infecciones transmitidas por agua. Es claro que muchos de los sistemas de agua de las ciudades no están soportando eventos extremos en precipitación. Otras ciudades, por ejemplo del norte del país, no cuentan con drenaje pluvial por lo que en ambos casos se llegan a producir inundaciones. Durante las tormentas, en general, aumenta la turbidez, y se ha reportado que existe una correlación entre este aumento y la enfermedad diarreica en las comunidades (Morris *et al.*, 1996; Shwartz *et al.*, 1997). Otros análisis exploratorios han mostrado los efectos de cambio climático a nivel local sobre la mortalidad y la atención hospitalaria de las enfermedades gastrointestinales, especialmente en un evento extremo de precipitación (Chang *et al.*, 2006).

La presencia de ciertas enfermedades transmitidas por los alimentos se ve afectada por las fluctuaciones en la temperatura. Para el caso de México, en los municipios de la zona olmeca de Veracruz se evaluó el efecto de las variaciones en la temperatura y la precipitación y la incidencia semanal de enfermedades diarreicas agudas en niños menores de cinco años (1995-2005). Dicho estudio reportó una asociación positiva con el incremento en la temperatura máxima. En el municipio de Las Choapas y en el de Jesús Carranza hubo un aumento de 22% respecto de la temperatura y de 3% en relación con la precipitación, por cada aumento de 1 °C en la temperatura máxima, con respecto de la temperatura media máxima, el efecto en la asociación fue en la misma semana o una semana después (Riojas *et al.*, 2007).

En otra investigación, cuando se midieron las tasas de incidencia de enfermedades diarreicas agudas en los municipios de todo el país (1998-2005), se encontró que por cada incremento/reducción en 1 °C, aumentaban/disminuían los casos en 5%, y por cada 10 mm de cambio en la precipitación, variaban los casos en 5%. Se considera en general que para 2030 se pronostica un aumento de 5% anual de casos por enfermedades diarreicas agudas por el cambio climático (Riojas *et al.*, 2008).

### *Enfermedades respiratorias*

La relación entre la contaminación atmosférica, el cambio climático y las enfermedades respiratorias es compleja. La concentración de los contaminantes atmosféricos depende en gran medida del tiempo, sobre todo para aquellos contaminantes que resultan de las reacciones fotoquímicas, como el ozono. Este compuesto es producido por la acción de la luz solar sobre los productos de combustión de combustibles fósiles (principalmente gases de los vehículos en las ciudades). Su producción se incrementa por las altas temperaturas —sobre todo por el efecto urbano de isla de calor—, y es esta característica la que probablemente dará lugar al incremento en la formación de ozono durante este siglo (Roth, 2010).

Si bien el impacto del cambio climático sobre las concentraciones de partículas es incierto a nivel de contaminación urbana, en el caso de que hubiera aumentos significativos en éstas por

el cambio climático, podría haber importantes consecuencias para la salud pública. Sin embargo, lo que está más claro es que los incrementos esperados en los incendios forestales, las sequías y la desertificación a causa del cambio climático pueden producir más partículas y desplazarse por zonas más amplias (Ayres *et al.*, 2009). Los incendios forestales en particular, plantean muchos riesgos de salud pues además de la amenaza directa a la vida, el humo puede contener plástico y residuos tóxicos (p. ej., plaguicidas y herbicidas) (Shea *et al.*, 2008) cuya exposición puede llegar a ser grave.

El incremento en la temperatura ambiental en la tierra y en las concentraciones de dióxido de carbono a nivel del suelo que se esperan con el cambio climático, dará como resultado un aumento en el metabolismo de especies vegetales y la producción de polen. Estos factores también pueden estar asociados con un mayor crecimiento de hongos y la liberación de esporas. El polen y las esporas de moho son alérgenos y pueden agravar la rinitis alérgica y varias enfermedades respiratorias, incluyendo asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, si bien estas últimas enfermedades tienen otros importantes factores desencadenantes (CDC, s/f).

En el estudio de Veracruz mencionado anteriormente se midió el efecto de las variaciones en la temperatura y la precipitación y la incidencia semanal de infecciones respiratorias agudas en la población en general (1995-2005). Se encontró que en el municipio de Las Choapas y en el de Jesús Carranza hubo un aumento de 2% y 0.10%, respectivamente; por cada aumento de 1 °C en la temperatura máxima, con respecto a la temperatura media máxima, el efecto en la asociación fue en la misma semana o una semana después, al igual que en las diarreas en los niños (Riojas, 2007).

### *Eventos extremos*

A nivel mundial, el número de informes de desastres naturales relacionados con el clima está creciendo rápidamente. Los informes de las catástrofes naturales se han más que triplicado desde la década de 1960. En 2007, por ejemplo, 14 de las 15 "llamadas de urgencia" para atender una asistencia humanitaria de emergencia fueron para el caso de inundaciones, sequías y

tormentas —cinco veces mayor que en cualquier año anterior (WHO, 2009a).

Los eventos climatológicos extremos, como las sequías y las inundaciones, tienen impactos tanto en la morbilidad como en la mortalidad de las poblaciones humanas. Hay una serie de condiciones que incrementan la vulnerabilidad de las personas ante el cambio climático y que son el crecimiento de la población y la falta de regulación que propician la ubicación de asentamientos humanos en zonas no aptas para el desarrollo urbano, la falta de infraestructura urbana y las condiciones de pobreza prevalecientes.

### *Fenómenos hidrometeorológicos*

La situación geográfica y las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que México esté expuesto a eventos hidrometeorológicos que pueden causar desastres y cuyos efectos se verán exacerbados por el cambio climático. La estrecha interrelación que existe entre ciertas condiciones y los diversos sistemas (por ejemplo la interrelación inundaciones-salud) con las características geográficas, propicia la diversidad de impactos que se pueden dar ante eventos hidrometeorológicos (Moreno y Urbina, 2008).

En la tabla 1 se señalan las diversas estimaciones de confianza en cambios observados y proyectados para eventos extremos desde dos etapas históricas.

Dado que se anticipa un aumento en los eventos hidrometeorológicos extremos ante el cambio climático, se prevé impactos en salud en cuanto a ahogamientos, lesiones físicas, problemas de salud mental, enfermedades infecciosas y transmisibles, y posibilidades de exposición a sustancias peligrosas debido a la liberación y diseminación de compuestos químicos peligrosos de sitios de acopio debido a las inundaciones. Además, puede haber repercusiones en la salud a largo plazo por daños en la vivienda, la infraestructura urbana y de servicios. Una preocupación muy importante es la relacionada con la migración humana y con los cambios en los patrones de enfermedades que demandan una mayor coordinación intergubernamental y acciones transfronterizas (Magrin *et al.*, 2007).

Los mexicanos que viven bajo condiciones de pobreza son

**Tabla 1.** Estimaciones de confianza en cambios observados y proyectados para eventos climáticos y de tiempo extremos.

<i>Cambios en el fenómeno</i>	<i>Confianza en los cambios observados (segunda mitad del siglo xx)</i>	<i>Confianza de los cambios proyectados (durante el siglo xxi)</i>
Temperaturas máximas más altas y más días calientes en casi todas las zonas terrestres	Probablemente	Muy probablemente
Temperaturas mínimas más altas, menor número de días fríos y días con heladas en casi todas las zonas terrestres	Muy probablemente	Muy probablemente
Reducción en el rango de la temperatura diurna en la mayor parte de las zonas terrestres	Muy probablemente	Muy probablemente
Incremento en el índice de calor en la mayor parte de las zonas terrestres	Muy probablemente, en muchas áreas	Muy probablemente, en la mayoría de las áreas
Eventos de precipitación más intensos	Probablemente en muchas áreas del hemisferio norte en latitud media a alta	Muy probablemente, en la mayoría de las áreas
Incremento en la desecación continental durante el verano y el riesgo asociado de sequía	Probablemente, en pocas áreas	Probablemente, sobre la mayoría de las latitudes medias al interior de los continentes (falta de consistencia en las proyecciones en otras áreas)
Incremento en las intensidades del pico del viento en ciclones tropicales	No se observó en los pocos análisis disponibles	Probablemente, en algunas áreas
Incremento en el promedio de ciclones tropicales y en las intensidades en los picos de la precipitación	Datos insuficientes para hacer una evaluación	Probablemente, en algunas áreas

Fuente: Campbell-Lendrum y Woodruff (2007: 8).

particularmente susceptibles ante los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos. Los índices de marginación de diversas zonas aunado a la vulnerabilidad ambiental ponen en riesgo a un número importante de personas en Tabasco, Veracruz, Chiapas, Puebla, Guerrero; situación que empeorará ante las predicciones del cambio climático; basta observar los impactos de las lluvias extremas en estos estados en 2010.

A partir de un análisis cualitativo realizado en Yucatán (Few *et al.*, 2006), basado en entrevistas sobre riesgos a la salud por extremos climáticos ante la presencia de ciclones tropicales en el estado, se encontró que se ha dado un cambio notable durante la fase de preparación ante los ciclones tropicales, asimismo, las acciones de atención a la emergencia son más eficaces. Lo anterior es resultado de la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SIAT) ante huracanes por parte del Sistema Nacional de Protección Civil instalado desde 2000 (Sistema Nacional de Protección Civil, 2010). Hoy en día, las estructuras y planes institucionales coordinan esfuerzos con el sector salud y organizaciones de la sociedad civil en diversas escalas geográficas, con el fin de consolidar los esfuerzos orientados a la promoción de la salud preventiva, así como a la educación en materia de salud, considerando que resulta de vital importancia la difusión de la información y la incorporación de las comunidades en los planes de prevención y emergencia.

### *Ondas de calor*

Uno de los impactos más importantes del cambio climático en la salud de las personas se dio en 2003 en Europa por una onda de calor<sup>2</sup> que se presentó durante el verano y causó más de 70,000 muertes adicionales (Robine *et al.*, 2008). A raíz del impacto en la mortalidad de personas en este evento, la atención en la salud pública se ha centrado en el impacto de las ondas de calor, en particular en población anciana (Confalonieri *et al.*, 2007).

Para el caso de México, el impacto de ondas de calor se observa principalmente en estados con temperaturas extremas

<sup>2</sup> Definida por periodos de tres o más días en donde la temperatura máxima habitual de un lugar aumenta considerablemente.

como Sonora y Baja California, en donde incluso 1°C de incremento lleva a aumentos significativos en la mortalidad (INE, 2006). Por ejemplo, en 2008 hubo 30 defunciones por golpe de calor, la gran mayoría de éstas, 19 de las 30, se presentaron en el estado de Sonora (JOURNBMEX, 2009). Este riesgo será mayor en el futuro, por lo que se necesita una estrategia de adaptación que proteja a los más vulnerables.

Un ejemplo de lo que están enfrentando muchos países son las ondas de calor que padecieron la tierra y los mares entre enero y junio de 2010 y que se consideran los más altos desde las mediciones registradas en 1880 (National Geographic, 2010). En Moscú, en agosto de 2010 las muertes se duplicaron al enfrentar una onda de calor muy intensa aunada a la exposición de humo proveniente de incendios forestales (BBC, 2010). Otro ejemplo claro de esta problemática fue en julio de 2006, cuando gran parte de América del Norte experimentó una severa ola de calor que contribuyó a la muerte de por lo menos 311 personas.

Esta situación de crisis en poblaciones vulnerables, como los ancianos, llevan a la comunidad internacional a ver el cambio climático como un elemento que afecta globalmente a todos los sectores.

Otro de los grupos vulnerables a las ondas de calor está conformado por las personas que trabajan en exteriores. El estrés por calor debido a alta temperatura y humedad es un problema ocupacional que puede conducir a la muerte o a problemas de salud crónicos debido a secuelas del golpe de calor, tanto en personas que trabajan en interiores como en exteriores (p. ej., construcción, pesca, campesinos, forestales).

Para este siglo, las estimaciones del aumento de la población en riesgo de muerte por calor van a variar entre países, dependiendo del lugar, la edad de la población y medidas de adaptación aplicadas (Parry *et al.*, 2007).

### *Impactos en la agricultura*

Los eventos extremos y el aumento en la temperatura pueden afectar la producción agrícola, lo que repercutiría en la disponibilidad y los precios de los alimentos. El Banco Mundial (2010) ha señalado que el aumento en las temperaturas y las modifica-



ciones en la precipitación pudieran disminuir el rendimiento de las cosechas en muchos países en desarrollo, en particular lo relacionado con suministro de alimentos.

Lo anterior impactaría la salud principalmente de los niños de poblaciones pobres en riesgo de padecer desnutrición. Naciones Unidas, a través de la FAO, ha diseñado el Sistema de Información de Alerta Temprana (FAO, s/f) para examinar constantemente el suministro mundial de alimentos/situación de la demanda, publicar informes sobre la situación alimentaria mundial y emitir alertas tempranas de crisis alimentarias que se podrían avecinar en los distintos países ante el cambio climático.

La Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID, por sus siglas en inglés) ha diseñado un sistema para el monitoreo agroclimático que provee información en cuanto a la perspectiva a corto plazo y mediano plazos, incidencias climáticas y apoyos satelitales. La información se refiere a la escala de gravedad de seguridad alimentaria y se asocia con inundaciones y lluvias intensas. Ésta es una herramienta muy importante para establecer medidas que enfrenten dichas carencias y protejan de los impactos en la salud de poblaciones vulnerables (USAID, 2010).

### *Costos económicos*

Como parte de las investigaciones elaboradas para la Cuarta Comunicación Nacional de México se elaboró un diagnóstico de los efectos en la incidencia de dengue, paludismo, y enfermedades infecciosas gastrointestinales ante el incremento de 1 °C en la temperatura. Los hallazgos fueron de aumentos en 1.75%, 1.1% y 1.07% respectivamente. El análisis se basó en la información de incidencia de enfermedades a nivel nacional y los costos respectivos por morbilidad para el año 2005. A partir de estos resultados se elaboraron dos estimaciones considerando un incremento en la temperatura de 2 °C; por un lado, el aumento en los casos y, por el otro, su consecuente acrecentamiento en las pérdidas económicas. Esto último significó 29.5 millones de pesos por el dengue, 319,000 pesos por paludismo y 14 millones de pesos por las enfermedades infecciosas gastrointestinales (Ibarrarán y Rodríguez, 2007).

A partir del escenario A2,<sup>3</sup> se elaboró una estimación de los impactos económicos en el sector salud, cuyos impactos causarían un desembolso adicional aproximado de 45 billones<sup>4</sup> de pesos para el sector, durante el periodo 2008-2050 (Leal *et al.*, 2008).

Conforme a la información de la tabla 2, el sector salud representa poco más del 3% del impacto total de un desastre, siendo mayor su peso en los de tipo geofísico, por la destrucción física de instalaciones hospitalarias (hay un sesgo derivado del enorme peso que en el total tiene todavía el terremoto de 1985). Las pérdidas (flujos de servicios de salud, mayores costos de atención médica, etc.) obviamente tienen un peso mayor en los desastres biológicos —como fue el caso de la pandemia<sup>5</sup> AH1N1— y en los climáticos, representan el impacto en términos de enfermedades asociadas a los mismos —cosa que no ocurre con los geofísicos que más que morbilidad incrementada, producen mortalidad.

### *Retos*

El cambio climático ya no puede ser considerado simplemente un problema ambiental o una cuestión de desarrollo, éste junto con las inequidades en salud son dos de los mayores desafíos para el desarrollo humano en el siglo XXI. Es muy claro que los cambios en el clima ponen en peligro la salud, la seguridad y el bienestar de las personas. Es necesario desarrollar una mejor y mayor apreciación de las dimensiones de la salud humana del cambio climático para el desarrollo de políticas eficaces y la movilización de todos los sectores de la sociedad.

Una de las medidas de adaptación es el fortalecimiento de los servicios de salud pública, en particular en las zonas más vulnerables. La comunidad sanitaria internacional ya tiene una amplia experiencia en la protección de las personas de los peligros sensibles al clima, y probado, las intervenciones de salud

<sup>3</sup>  $0.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  en la parte sur, a  $1.3 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$  en la zona noroeste del país.

<sup>4</sup> Billones se refiere a millones de millones.

<sup>5</sup> Una epidemia de la enfermedad se produce cuando hay más casos de esa enfermedad que lo normal. Una pandemia es una epidemia mundial de una enfermedad (WHO, s/f).

**Tabla 2.** Costos económicos de diversos sectores sociales afectados por desastres naturales en México.<sup>1,2</sup>

<i>Clase_ evento</i>	<i>Tipo_ evento</i>	<i>Sociales</i>	<i>Vivienda asentamientos humanos</i>	<i>Educa- ción</i>	<i>Salud</i>	<i>Total sectores</i>	<i>Salud total</i>
Climato- lógicos	Daños	1,068.38	741.25	204.15	122.97	5,674.96	2.17
	Pérdidas	351.35	110.32	66.79	174.24	4,668.50	3.73
	Total	1,419.72	851.58	270.93	297.21	10,343.46	2.87
Geofísicos	Daños	1,565.22	588.97	419.40	556.85	3,676.71	15.15
	Pérdidas	1.55	1.00	0.00	0.55	743.16	0.07
	Total	1,566.77	589.97	419.40	557.40	4,419.88	12.61
Biológicos	Daños	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Pérdidas	291.94	0.00	14.91	277.02	9,110.11	3.04
	Total	291.94	0.00	14.91	277.02	9,110.11	3.04
Total	Daños	1,982.61	848.11	285.85	848.65	28,178.75	3.01
	Pérdidas	1,566.77	589.97	419.40	557.40	4,419.88	12.61
	Total	3,549.38	1,438.08	705.25	1,406.05	32,598.62	4.31

<sup>1</sup> \$US actuales.

<sup>2</sup> Incluye información de eventos de 1985 hasta 2009.

Fuente: CEPAL ([www.cepal.com](http://www.cepal.com)).

rentables ya disponibles para hacer frente a las más urgentes frente a tales peligros.

Los retos que enfrenta el sector salud en el país ante el cambio climático son diversos, entre ellos está que tome conciencia de los impactos que está teniendo y tendrá en la salud de la población y que esté informado permanentemente; el control y vigilancia de enfermedades relacionadas con el clima a nivel estatal y regional; llevar a cabo evaluaciones de riesgo para entender las condiciones ambientales y climatológicas que favorecen la transmisión de enfermedades emergentes y re-emergentes en diferentes zonas del país; desarrollar escenarios de cambio climático de alta resolución espacial y temporal; preparación para desastres; fortalecimiento de la lucha antivectorial y de la higiene e inspección de los alimentos; provisión

de suplementos nutricionales a poblaciones vulnerables; vacunación a todas las poblaciones vulnerables; atención a problemas de salud mental ante casos de desastre; y comunicación de riesgos ambientales. Aunado a lo anterior, es necesario tomar en consideración los factores influyentes adicionales, tales como los económicos, sociales, demográficos. Lo anterior dará elementos para establecer amplios programas de prevención de los efectos nocivos del cambio climático sobre la salud humana, cuya evaluación sea permanente.

Para mejorar la evaluación y gestión de riesgos de estos procesos sinérgicos, es fundamental la formación de recursos humanos, más los esfuerzos de colaboración en la investigación; así como, políticas de apoyo para las decisiones, a través de los campos de la salud, el medio ambiente, la sociología y la economía (Patz y Olson, 2006). Estas evaluaciones de impacto serán útiles para evaluar lo que suceda con la salud y los aspectos económicos en cuanto los costos de las amenazas, así como establecer las prioridades de acción y áreas de inversión.

Dentro de los grandes retos está la protección a los más vulnerables frente a aquellos riesgos asociados al cambio climático, entre éstos están los ancianos, niños, los más pobres, los indígenas, las mujeres y aquellos que viven en donde los servicios y la infraestructura son débiles o bien en zonas de alto riesgo de eventos hidrometeorológicos. Lo anterior hace necesario la elaboración de mapas de riesgos, así como el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana que incluya de forma prioritaria a los grupos con alta vulnerabilidad y que ayude a facilitar las intervenciones en salud pública a partir de problemas ambientales.

Al definir medidas de adaptación y mitigación al cambio climático se puede ver que muchas de las políticas y las decisiones individuales tienen el potencial tanto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como producir “co-beneficios” importantes para la salud. Investigaciones recientes han demostrado que el rango y la magnitud de las ganancias potenciales en salud son mayores de lo que se había estimado. El contar con políticas más sustentables respecto de la generación de electricidad, el consumo de energía en el hogar, la agricultura y la alimentación, el transporte y el entorno construido, pudieran permitir reducciones significativas en cargas importantes de enfermedades, incluyendo infecciones respiratorias,

enfermedades cardiovasculares y cáncer. Estos beneficios para la salud locales e inmediatos compensarían una gran parte de los costos de la mitigación del cambio climático, y proporcionarían una fuerte motivación política y personal para la acción (WHO, 2009a).

Otro aspecto que debe considerarse para proteger la salud de la población ante el cambio climático es la necesidad de tener, en principio, una buena interlocución con otros sectores, seguido de la capacidad de analizar de forma holística las interrelaciones ambientales que pueden impactar la salud. Esto invita a que en las políticas públicas la salud sea un elemento central a considerar, por lo que el sector debe tener la fortaleza científica y técnica, así como la capacidad de diálogo y negociación para poder llegar a consensos en donde se vean representados todos los intereses asociados a necesidades bien definidas. Lo anterior se logrará a través de la coordinación interinstitucional e intersectorial.

Finalmente, otro de los grandes retos es involucrar a todos los sectores sociales. Una respuesta efectiva necesitará de acciones de toda la sociedad: el sector civil, el sector salud, los industriales, los responsables de políticas, los medios de comunicación y la comunidad en general. Esto requiere un reparto de las responsabilidades entre los actores que contribuyen en mayor medida al cambio climático y aquellos que son más vulnerables a sus efectos, a fin de salvaguardar y mejorar la seguridad sanitaria de un país (y ciertamente de la población del planeta). Todos los individuos deben participar en acciones de protección ambiental que permitan disminuir a largo plazo los efectos adversos del cambio climático. Lo anterior incluye medidas de sensibilización de todos los actores involucrados con base en una comunicación abierta y permanente en donde se pueda escuchar y dialogar para llegar a consensos en políticas públicas y en acciones basadas en el conocimiento y conciencia ciudadanas, a partir de la percepción que se tiene de los problemas ambientales y su forma de enfrentarlos y de los obstáculos que puede tener el comportamiento de la sociedad. Las habilidades, capacidades y valores compartidos de la comunidad de salud pública pueden hacer una importante contribución a una respuesta justa y eficaz al cambio climático.

## Bibliografía

- Abella, J. 2010. *Climate Change Triggers Leptospirosis Outbreaks*. Agriculture Business Week. Crops, aquaculture, livestock, poultry and agrithing. [Online] Disponible en: AGRI BUSINESS WEEK <http://www.agribusinessweek.com/climate-change-triggers-leptospirosis-outbreaks/> [Consultada el 21 de agosto de 2010].
- AP. 2008. *Dengue fever epidemic hits Rio de Janeiro. Officials: Outbreak has killed at least 47, and perhaps twice that*. Associated Press [Internet] Disponible en: <http://www.msnbc.msn.com/id/23736088/> [Consultada el 21 de agosto de 2010].
- Ayres, J. G., Forsberg, B., Annesi-Maesano, I., Dey, R., Ebi, K.L., Helms, P.J., Medina-Ramón, M., Windt, M. Forastiere, F. 2009. Climate change and respiratory disease: European Respiratory Society position statement. *Eur Resp J*, 34 (2), pp. 295-302.
- Banco Mundial. 2010. *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2009. Una Nueva Geografía Económica*. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Brunkard, J. M., Cifuentes, E., Rothenberg, S. J. 2008. "Assessing the roles of temperature, precipitation, and ENSO in dengue re-emergence on the Texas-Mexico border region". *Salud Pública de México*, 50 (3) pp.227-234.
- BBC. 2010. *Death rate doubles in Moscow as heatwave continues*. British Broadcasting Corporation, News EUROPE. [Internet] August 9, 2010. Disponible en: <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-10912658> [Consultada el 28 de agosto de 2010].
- Campbell-Lendrum, D., Woodruff, R. 2007. *Climate change: quantifying the health impact at national and local levels*. Prüss-Üstün, A., Corvalán, C., eds. Geneva: World Health Organization. (WHO Environmental Burden of Disease Series núm. 14).
- CDC-Centers for Disease Control, s/f. *Climate change and public health. Aeroallergens*. CDC. [Online] Disponible en: <http://www.cdc.gov/climatechange/effects/allergens.htm> [Consultada el 21 de agosto de 2010].
- CEPAL. 2010. Diversos documentos. [Internet] Disponible en: [www.cepal.com](http://www.cepal.com) Chang, C.C., Wang, Y.C., Wu, J.L., Liu, C.M., Sung,

- F.C., Huang, Y.L., Lin, W.Y., Chuang, C.Y., 2006. The Impact of Climate Change on Gastrointestinal Diseases in Taiwan. *Epidemiology*, 17 (6), pp. S422-S423.
- Confalonieri, U. *et al.* 2007. "Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability". En: *Working Group II, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press.
- Corvalán, C., Hales, S., Mc Michael, A. 2005. *Ecosystem and Human Well-being. Health Synthesis. A report of the Millenium Ecosystem Assessment*. Geneva: WHO.
- Epstein, P. R. 2000. Is Global Warming Harmful to Health. *Scientific American*. August 2000. Scientific American, Inc. [Online] Disponible en: <http://chge.med.harvard.edu/about/faculty/journals/sciam.pdf> [Consultada el 5 de septiembre de 2010].
- . 2001. "West Nile virus and the climate". *Journal of Urban Health*, 78 (2), pp. 367-371.
- FAO, s/f. *Global Information and Early Warning System, on food and agriculture*. Food and Agriculture Organization [Internet] Disponible en: <http://www.fao.org/gIEWS/english/faq.htm> [Consultada el 5 de septiembre de 2010].
- Few, R., Osbahr, H., Bouwer, L.M., Viner, D. Sperling, F. 2006. *Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction*. Synthesis Report. European Union, MHW. [Online] Disponible en: [http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/env\\_cc\\_varg\\_adaptation\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/env_cc_varg_adaptation_en.pdf) [Consultada el 29 de agosto de 2010].
- Flores, R. L., s/f. *Hantavirus. Recursos en Virología*. Departamento de Microbiología y Parasitología. Fac. de Medicina. UNAM. [Online] Disponible en: [http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/virologia/feb\\_hantavirus.php](http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/virologia/feb_hantavirus.php) [Consultada el 21 de agosto de 2010].
- Ibarrarán, M. E., Rodríguez, M. 2007. *Estudio sobre economía del cambio climático en México*. México: INE/SEMARNAT [Online] Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/e2007h.pdf> [Consultada el 28 de agosto de 2010].
- INE. 2006. *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

- México: INE, SEMARNAT, PNUD México, EPA, Global Environment Facility.
- . 2009. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México: SEMARNAT.
- JOURNLMEX. 2009. *Programa temporada de calor 2009*. Marzo 31, 2009. JOURNLMEX [Online] Disponible en: <http://journal-mex.wordpress.com/2009/03/31/programa-temporada-de-calor-2009/> [Consultada el 28 de agosto de 2010].
- Leal, T., Millán, D. V., Méndez, C. G., Servín, C. A. 2008. *Evaluación de la afectación de la calidad del agua en cuerpos superficiales y subterráneos por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su impacto en la biodiversidad, agricultura, salud, turismo e industria*. México: Instituto Nacional de Ecología, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Magrin, G. et al. 2007. "Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability". En: *Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry, M.L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., Hanson, C. E., eds., Cambridge: Cambridge University Press.
- Ministerio de Salud. 2009. *Plan de Prevención y Control Dengue 2008-2009. Informe de Situación*. Presidencia de la Nación [Online] Disponible en: [http://www.msal.gov.ar/htm/Site/sala\\_situacion/pdf/infor-dengue-senado.pdf](http://www.msal.gov.ar/htm/Site/sala_situacion/pdf/infor-dengue-senado.pdf) [Consultada el 17 de agosto de 2010].
- Moreno, A. R., Urbina, J. 2008. *Los impactos sociales del cambio climático en México*. México: INE, PNUD.
- Morris, R. D., Naumova, E. N., Levin, R. Munasinghe R. L. 1996. "Temporal variation in drinking water turbidity and diagnosed gastroenteritis in Milwaukee". *Am J Public Health*, 86(2), pp. 37-239.
- National Geographic. 2010. *Heat Wave: 2010 to Be One of Hottest Years on Record*. *Daily News*, [Online]. July 26, 2010. Disponible en: <http://news.nationalgeographic.com/news/2010/07/100726-heat-wave-hottest-year-2010-global-warming-science-environment/> [Consultada el 28 de agosto de 2010].
- OPS. 2008. *Paludismo en las Américas: No hay tiempo que perder*. Washington, DC: OPS, [Online] Disponible en: <http://new.paho>.



- org/hq/index.php?option=com\_content&task=view&id=393  
&Itemid=259&lang=es [Consultada el 17 de agosto de  
2010].
- . 2009. *Dengue: Emergencia sanitaria en Bolivia después  
de tres muertes*. Centro de Noticias, OPS/OMS Bolivia, [Online]  
Disponible en: [http://www.ops.org.bo/servicios/  
?DB=B&S11=14887&SE=SN](http://www.ops.org.bo/servicios/?DB=B&S11=14887&SE=SN) [Consultada el 17 de agosto,  
2010].
- Parry, M.L., et al., 2007. “Resumen Técnico. Cambio Climático  
2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”. En: *Grupo de  
Trabajo II, Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergu-  
bernamental sobre Cambio Climático*, Parry, M. L., Canziani,  
O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., Hanson, C. E. (eds.)  
Cambridge: Cambridge University Press.
- Patz, J. A., Olson, S. H., 2006. “Climate change and health: global  
to local influences on disease risk”. *Annals of Tropical Medi-  
cine & Parasitology*, 100 (5-6), pp. 535–549.
- , Vavrus, S. J., Uejio, C. K., McLellan, S. L., 2008. “Climate  
Change and Waterborne Disease Risk in the Great Lakes Re-  
gion of the U.S.”. *Am J Prev Med*, 5 (5), pp.451–458.
- Prüss-Üstün, A., y Corvalán, C. 2006. *Preventing Diseases through  
Health Environments. Towards an estimate of the environ-  
mental burden of disease*. Geneva: World Health Organiza-  
tion.
- Ramírez, G. 2009. *Situación Epidemiológica de dengue en el Perú  
y definiciones de caso de dengue hemorrágico de la OMS*.  
Dirección General de Epidemiología, Ministerio de Salud,  
[Online] Disponible en: [http://www.speit.org/eventos/  
conferencia/DengueSPEIT.pdf](http://www.speit.org/eventos/conferencia/DengueSPEIT.pdf) [Consultada el 17 de agosto  
de 2010].
- Riojas, H., M. Hurtado, M., Litai G., Santos R., Texcalac, J. L. 2007.  
*Estudio piloto sobre escenarios de riesgos en salud asociados  
al cambio climático en regiones seleccionadas de México*.  
México: INE/SEMARNAT.
- , Hurtado, M., Litai, G., Santos, R., Texcalac, J. L., 2008.  
*Análisis de los posibles impactos en la salud humana asocia-  
dos a los escenarios de cambio climático para el territorio  
mexicano*. México: INE/SEMARNAT.
- Robine, J. M., Cheung, S. L., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths,  
C., Michel J. P., Herrmann, F. R., 2008. “Death toll exceeded

- 70,000 in Europe during the summer of 2003". *C R Biol*, 331 (2), pp.171-178.
- Roth, T. H. 2010. "Allergic & Respiratory Disease and Climate Change". *Climate Change HEALTH*, [Online] January 18, 2010. Disponible en: <http://climatechangehealth.com/healthcare/respiratory-diseases/allergic-respiratory-disease-and-climate-change#> [Consultada el 21 de agosto de 2010].
- Schwartz, J., Levin, R., Hodge, K. 1997. "Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia". *Epidemiology*, 8 (6), pp.615-620.
- Shea, K. M., Truckner, R. T., Weber, R. W., Peden, D. B. 2008. "Climate change and allergic disease". *J Allergy Clin Immunol*, 122 (3), pp. 443-453.
- Sistema Nacional de Protección Civil, 2010. *Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT CT)*. México: Secretaría de Gobernación, [Online]. Disponible en <http://www.proteccioncivil.gob.mx/Portal/PtMain.php?nIdFooter=22&nIdHeader=2&nIdPanel=39> [Consultada el 29 de agosto de 2010].
- Trevejo, R. T., Rigau-Perez, J. G., Ashford, D. A., McClure, E. M., Jarquán-González, C., Amador, J. J., de los Reyes, J. O., González, A., Zaki, S. R., Shieh, W. J., McLean, R. G., Nasci, R. S., Weyant R. S., Bolin, C. A., Bragg, S. L., Perkins, B. A. Spiegel, R. A. 1998. "Epidemic leptospirosis associated with pulmonary hemorrhage-Nicaragua". 1995. *Journal of Infectious Diseases*, 178 (5), pp. 1457-1463.
- USAID. 2010. *Famine Early Warning System Network. Monitoreo Agroclimático*, [Online]. Disponible en: <http://www.fews.net/Pages/imageryhome.aspx?l=es> [Consultada el 29 de agosto de 2010].
- UNICEF, UNDP, WB, WHO. 2010. *Climate change impacts on vector-borne diseases TDR. For research on disease and poverty*. TDRnews May 2010. Disponible en: <http://apps.who.int/tdr/svc/publications/tdrnews/issue-85/climate-vector> [Consultada el 20 de agosto de 2010].
- WHO. 2002. *The World Health Report 2002*. Geneva: WHO, [Online]. Disponible en: [http://www.who.int/whr/2002/en/whr02\\_en.p](http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.p) [Consultada el 29 de agosto de 2010].
- . 2009a. *Protecting health from climate change. Connecting science, policy and people*. Geneva: WHO.
- . 2009b. *Yellow fever*. WHO, [Online]. Disponible en: <http://>

[www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/en/) [Consultada el 20 de agosto de 2010].

———. s/f. *Preparación para una pandemia*. WHO, [Online]. Disponible en: [http://www.who.int/csr/disease/avian\\_influenza/phase/en/](http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/phase/en/) [Consultada el 12 de septiembre de 2010].

WHO, ILS. 2003. *Human Leptospirosis: Guidance for diagnosis, surveillance and control*. Geneva; World Health Organization, International Leptospirosis Society [Online]. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO\\_CDS\\_CSR\\_EPH\\_2002.23.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO_CDS_CSR_EPH_2002.23.pdf) [Consultada el 21 de agosto de 2010].



# El turismo frente al cambio climático: adaptación y mitigación

*Antonina Ivanova*

## *Introducción*

Existen evidencias concluyentes que el clima en el globo terrestre ha cambiado y sigue cambiando de manera rápida en comparación con la era preindustrial. Estos cambios continuarán en menor o mayor grado, dependiendo de las medidas que se tomen para su mitigación. El IPCC ha destacado que el mayor contribuyente al cambio climático son las actividades humanas relacionadas con las emisiones y concentración de gases con efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.

Como consecuencias, se están observando varios fenómenos relacionados tales como el calentamiento del océano, eventos extremos como ciclones y huracanes de más fuerza, cambio del patrón de precipitaciones y vientos, etc. El Informe Stern (2007) sobre la Economía del Cambio Climático sostiene que el costo actual necesario para reducir las emisiones de GEI es mucho más bajo que los costos futuros de lidiar con la problemática económica y social provocada por el cambio climático.

En el sector turismo, existe una compleja e importante relación entre tales impactos del cambio climático y las medidas necesarias para la adaptación y la mitigación. En primer lugar, el cambio climático tendrá que tomarse en cuenta en las políticas de desarrollo, planeación y administración del turismo. Los impactos regionales serán muy relevantes para las actividades turísticas y afectarán a todos los actores involucrados. Debido a su dependencia del medio ambiente, el sector turismo se caracteriza con alta sensibilidad climática. Muchas de las consecuencias de la variabilidad climática ya se están notando en importantes destinos turísticos alrededor del mundo.

En segundo lugar, el sector turismo está entre los importantes emisores de GEI que contribuyen al calentamiento global. En Las Conversaciones sobre el Cambio Climático de Viena, 2007 se reconoció que las emisiones globales generadas en este sec-

tor tienen que llegar al máximo en 10-15 años y después ser reducidas a niveles lo más bajos posibles, alcanzando para mediados del siglo XXI la mitad de las emisiones del año 2000. Tomando en cuenta el crecimiento masivo proyectado para la industria turística durante el siglo XXI, será un gran reto para el sector cumplir con los compromisos internacionales del *desarrollo sustentable*.

La toma de conciencia de la comunidad turística sobre el cambio climático ha crecido de manera visible durante los últimos años. La Organización Mundial del Turismo (UNWTO) y otros organismos interesados organizaron en los años 2003 y 2007 la Primera y la Segunda Conferencias Internacionales sobre el Cambio Climático y el Turismo. En éstas se reconocieron las complejas interrelaciones entre el sector turismo y el cambio climático y se estableció un marco para la adaptación y la mitigación.

El tema es de gran relevancia para México, país donde el sector turismo genera más de 8% del producto interno bruto (inclusive durante el impacto más profundo de la crisis financiera mundial, 2008-2009, este porcentaje no bajó de 7.7). Por llegadas de turistas internacionales, el país ocupa el octavo y por generación de divisas, el decimocuarto lugar a nivel mundial (UNWTO, 2010a). En el primer trimestre de 2010 (tiempo de depresión económica) los ingresos por concepto de llegadas internacionales en México registraron 1.3% de aumento respecto del mismo periodo del 2009 (UNWTO, 2010b).

Por lo tanto, la vulnerabilidad del sector turismo al cambio climático puede afectar seriamente la derrama económica y la generación de empleos en nuestro país. Algunos de los impactos esperados incluyen el incremento en las temperaturas en las próximas décadas, lo que podría aumentar entre 1 y 2°C la temperatura en la superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico mexicano; aumentarían las olas de calor y las tormentas intensas; las temperaturas mínimas se elevarían, propiciando menos días fríos. Asimismo, se esperaría un aumento en la intensidad del viento máximo y la precipitación de los ciclones tropicales (SEMARNAT/INE, 2010). La elevación del nivel del mar afectaría las zonas hoteleras en los destinos de playa (incluyendo los más visitados del país: Cancún, Cozumel y Los Cabos).

Este capítulo pretende ilustrar la relación dual entre el turismo y el cambio climático. Comienza analizando los impactos

del cambio climático sobre la actividad turística y las medidas de adaptación, para después discutir la contribución del sector a la generación de emisiones de GEI y presentar las principales políticas para mitigación. Al final se ofrecen unas breves conclusiones.

### *Impactos del cambio climático sobre el turismo y adaptación*

En varios lugares del mundo, especialmente las zonas costeras, las montañas y en las pequeñas islas, el turismo representa la actividad económica con mayor contribución al producto interno bruto (PIB) (Nurse, 2009). Existen destinos turísticos importantes donde se pronostican cambios relevantes a corto plazo provocados por el cambio climático: por ejemplo, en los Alpes, Europa Occidental, Europa Central, Europa Oriental, el Mediterráneo, el norte y el sudeste de los Estados Unidos, México, el Caribe, China, los pequeños países-isla en el Océano Pacífico y el Océano Índico. El manejo de esta interrelación involucra muchos actores: sector privado, sector público, polos turísticos y turistas (viajeros nacionales e internacionales). Según sus implicaciones podemos dividir los impactos en dos grupos, directos e indirectos.

#### *Impactos directos*

El clima determina la estacionalidad de la demanda turística e influye en los costos de operación como calefacción o enfriamiento, riego, suministro de agua y alimentos, etc. Así los cambios de las temporadas turísticas dependientes del clima (mar y playa o deportes de invierno) pueden tener implicaciones importantes en la competitividad de los destinos y en las ganancias de los establecimientos turísticos. Como resultado, el posicionamiento competitivo de ciertos destinos turísticos famosos puede declinar, mientras que otros pueden volverse más atractivos.

El IPCC (2007) concluyó que también se darán cambios en los eventos extremos como consecuencia del cambio climático. Como ya se indicó, esto incluirá más altas temperaturas máximas, más días calientes, mayor intensidad de los ciclones y

huracanes, cambios en la precipitación, así como sequías más largas y más severas en varias regiones.

Tales acontecimientos ejercen un impacto directo sobre la industria turística ocasionando daños a la infraestructura, generando necesidades adicionales para responder a los desastres naturales y a las emergencias, más altos costos de operación, así como interrupciones indeseadas en los negocios.

El clima es el soporte para el turismo y el elemento de mayor importancia en el producto turístico. Al mismo tiempo, el clima encierra un factor de riesgo para el turismo. Por ejemplo, como resultado de la variabilidad del clima, las condiciones en los destinos turísticos pueden impedir que los turistas realicen alguna actividad importante. Algunas actividades turísticas son especialmente sensibles al clima, por ejemplo, esquiar (falta de nieve), ir a la playa (frío), pescar (viento). Freitas (2001) está dividiendo los aspectos del clima en estéticos, físicos y termales, atribuyéndoles impactos específicos sobre la actividad turística, como se puede apreciar en la tabla 1. Éstos pueden generar varios inconvenientes tanto para el turista, como para los prestadores de servicios turísticos.

Todo esto puede generar considerables costos y al mismo tiempo disminuir los ingresos por concepto de turismo. Por lo tanto, los inversionistas tienen que tomar en cuenta todos los riesgos generados por el clima, tanto los directos como los indirectos que se analizan en el siguiente apartado.

### *Impactos indirectos*

Siendo las condiciones ambientales de primera importancia para la industria turística, un amplio rango de cambios ambientales provocados por el calentamiento global tendrá impactos adversos sobre el turismo (Gladin y Simpson, 2008). La disponibilidad de agua, la pérdida de biodiversidad, la reducida estética del paisaje, los desastres naturales, la erosión costera, las inundaciones, los daños a la infraestructura y las enfermedades y epidemias. Todo esto afectará el turismo de manera diferenciada a nivel regional. Las regiones de montaña y las costas se consideran particularmente sensibles a los cambios ambientales inducidos por el clima. Otro segmento de alta sensibilidad es el turismo de naturaleza. La tabla 2 presenta de manera sintetiza-



**Tabla 1.** Aspectos del clima y sus impactos sobre la actividad turística.

<i>Aspectos del clima</i>	<i>Impactos sobre la actividad turística</i>
<i>Estético</i>	
Sol/nubes	Disfrute de los atractivos del sitio
Visibilidad	Disfrute de los atractivos del sitio
Duración del día	Horas disponibles
<i>Físico</i>	
Viento	Vuelan las pertenencias, polvo, dificultad de nadar
Lluvia	Reducida visibilidad, imposibilidad de realizar algunas actividades
Nieve	Influye en las actividades al aire libre; su falta hace imposible esquiar
Hielo	Peligro de resbalarse; se pueden ocasionar daños a las personas o sus propiedades
Condiciones extremas	Todo lo anterior
Calidad de aire	Salud, bienestar, alergias
Radiación ultravioleta	Salud, quemaduras
<i>Termal</i>	
Impactos integrales de la temperatura, viento, radiación solar, humedad, radiación, etc.	Estres ambiental Alteración del grado de confort (combinación entre temperatura y humedad) Hipothermia

Fuente: Adaptado de Freitas (2001).

da cómo los diversos impactos del cambio climático pueden llegar a afectar considerablemente los destinos turísticos. Riesgos relacionados con el cambio climático han sido detectados en una serie de localidades, en donde el turismo es el sector de mayor generación de ingreso en la economía local o nacional. El descenso de la demanda turística afectaría directamente el producto interno bruto (PIB) de varios países.

Los turistas se caracterizan por su alta capacidad de adaptación, evitando destinos turísticos con problemática ambiental o social. Las empresas turísticas no tienen alta elasticidad de adaptación, siendo ésta la más baja para los inversionistas que poseen bienes inmuebles (hoteles, marinas, restaurants, casinos etc.). Varios de los eventos que se han dado durante los últimos años

**Tabla 2.** Principales impactos del cambio climático y sus implicaciones para los destinos turísticos.

<i>Impactos del cambio climático</i>	<i>Implicaciones sobre los destinos turísticos</i>
Temperaturas más altas	Alteración de temporadas turísticas; costos de enfriamiento de espacios; cambios en el ciclo de vida y la distribución de los insectos; mayor rango de propagación de las infecciones
Disminución de la cubierta de nieve y derretimiento de glaciares	Falta de nieve en destinos de esquiar; alza en los costos de producir nieve; temporada más corta de deportes de invierno; reducida estética del paisaje
Aumento de la frecuencia y la intensidad de las tormentas y ciclones	Riesgo para las facilidades turísticas; aumento de los costos de seguros; costos por interrupción del negocio
Reducción de las precipitaciones y elevación de la evaporación en algunas regiones.	Falta de agua dulce; aumento de la competencia por el recurso hídrico entre el turismo y los demás sectores; desertificación; aumento de incendios forestales (disminución de la demanda)
Aumento de la cantidad y la intensidad de las precipitaciones en algunas regiones.	Amenaza a los acervos históricos y arqueológicos; daños a la infraestructura turística; alteración de temporadas turísticas
Elevación del nivel del mar	Erosión costera; pérdida de playas; elevados costos para retención de las frentes de agua
Elevación de las temperaturas del mar	Aumento en el blanqueamiento de arrecifes coralinos; daños a los recursos marinos; degradación estética de destinos para buceo y esnorqueleo
Aumento de la frecuencia y duración de los incendios forestales	Pérdida de atracciones naturales; pérdida de especies; mayores riesgos para la salud en regiones tropicales y subtropicales

Fuente: Adaptada de Gladin y Simpson (2008).

han demandado una mayor adaptabilidad en las empresas turísticas (p.e. gripe aviar, ataques terroristas, tsunami asiático, así como la influenza porcina). Sin embargo, son sólo las grandes empresas trasnacionales las que han podido mejorar su elasticidad mediante la diversificación de las inversiones, permaneciendo la situación de la pequeña y mediana empresa turística altamente vulnerable.

### *Adaptación*

Como los impactos difieren en cada región, país o localidad, las medidas de adaptación se tienen que estructurar y planear a nivel local. A diferencia de las medidas para mitigación, que pueden ser más generales, las medidas de adaptación tienen carácter local, debido a que los impactos del cambio climático varían según la región, país y localidad.

Entre las medidas y actividades para las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación relativas al sector turístico, los países y las regiones deberían contemplar las siguientes:

- Evaluación del papel del clima actual en el sistema turístico y los impactos que supondría el cambio climático por zonas y productos más vulnerables, integrando las diferentes escalas de manifestación del fenómeno.
- Elaboración de cartografía de zonas críticas y vulnerables para el turismo, bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Desarrollo de sistemas de indicadores sobre la relación cambio climático —turismo para su medición y detección.
- Desarrollo de modelos de gestión para optimizar las principales opciones adaptativas y las implicaciones en las políticas turísticas.
- Evaluación de los potenciales impactos del cambio climático en el patrimonio cultural (tangible e intangible) y su repercusión en el turismo.

Con independencia del éxito que tenga la reducción por la comunidad internacional de las emisiones de gases de efecto in-

vernadero, no cabe duda de que la adaptación al cambio climático también comprende gastos (Ivanova, 2010). Estos gastos no pueden imputarse exclusivamente a los afectados, especialmente cuando los más afectados sean los menos capaces de hacer frente a los cambios, por ejemplo países menos adelantados, pequeños estados insulares (Ivanova *et al.*, 2009), así como micro, pequeñas y medianas empresas turísticas. Se considera que el carácter dinámico del sector turístico hace que su capacidad de adaptación al cambio climático sea relativamente alta, de manera que el turismo encontrará importantes oportunidades de reducir la vulnerabilidad de las comunidades al cambio climático.

*El turismo como emisor de gases con efecto invernadero (GEI).  
Emisiones generadas en el sector turismo*

El sector turismo no está definido por los bienes y servicios que produce sino por la naturaleza del consumidor de un amplio rango de bienes y servicios. En el contexto que comprende el uso de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por éste, es esencial distinguir los impactos directos y los indirectos de la actividad turística (Goessling, 2002). Los impactos directos son los que provienen directamente de las actividades turísticas, mientras que los indirectos se deben a los procesos relacionados con éstas. Becken y Hay (2007) midieron las emisiones de las actividades turísticas en Nueva Zelanda. La metodología que usaron se basaba en un estudio previo de Frampton y Simmons (2001) y se centraba en primer término en los impactos directos. Ellos consideraron sólo las emisiones de CO<sub>2</sub> que se generaban por el uso de combustibles fósiles y no tomaron en cuenta la emisión de otros GEI. Esta omisión es aceptable en cuanto las actividades como alojamiento y transportación, en donde el CO<sub>2</sub> constituye el principal GEI. Se ha estimado que el CO<sub>2</sub> asciende a cerca de 1/3 de las emisiones totales. Por lo tanto, se sugiere multiplicar las emisiones de CO<sub>2</sub> que ya conocemos, por el factor de 2.7 para incluir los impactos de otros GEI, como el óxido de nitrógeno, metano, etcétera.

En otro estudio realizado por expertos internacionales, comisionados por la Organización Mundial de Turismo (OMT),

**Tabla 3.** Intensidad energética y factores de emisión de CO<sub>2</sub>.

<i>Transporte</i>	<i>Intensidad energética (MJ/km)</i>	<i>Factor CO<sub>2</sub> (g/km)</i>
Aire acondicionado	2.8	188.9
Automóviles privados	1.0	68.7
Carros rentados/ de empresas/ taxis	0.9	62.7
Autobuses turísticos	1.0	69.2
Casas rodantes	2.1	140.9
Tren (diesel)	1.4	98.9
Motocicletas	0.9	57.9
Autobuses de ruta	0.8	51.4
Autobuses de mochileros	0.6	39.7
Trasbordadores	2.4	165.1
<i>Alojamiento</i>	<i>Intensidad energética (MJ/visitante-noche)</i>	<i>Factor CO<sub>2</sub> (g/visitante-noche)</i>
Hotel	155	7895
Alojamiento y desayuno (b&b)	110	4142
Motel	32	1378
Hostal / mochileros	39	1619
<i>Camping</i>	25	1364
<i>Atracciones/Actividades</i>	<i>Intensidad energética (MJ/visita)</i>	<i>Factor CO<sub>2</sub> (g/visita)</i>
Edificios (p.e. museos)	4	172
Atracciones de naturaleza	8	417
Actividades en el aire	424	27697
Actividades acuáticas motorizadas	202	15312
Turismo de aventura	43	2241
Turismo de naturaleza	70	1674

Fuente: Becken y Hall (2007).

el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para recabar información para la Segunda Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático y el Turismo (UNWTO, 2007a), se han estimado las emisiones del turismo a nivel mundial. El estudio llega a la conclusión que las emisiones de los sectores principales (turismo internacional y nacional) representan 5% de las emisiones globales para el año 2005 (tabla 4). En la misma tabla se puede apreciar que los transportes generan cerca del 75% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a las actividades turísticas en el mundo. Tan solo los viajes aéreos contribuyen con 40% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> (Becken, 2002).

Todos estos elementos deben tomarse en cuenta para combatir el calentamiento global. La importancia de aplicar medidas de mitigación en el sector turismo se puede apreciar por completo, si consideramos que la totalidad de las emisiones del sector turismo en términos porcentuales (5% del total mundial), lo posiciona sólo después de Estados Unidos (22.2%), China (18.4%), y Rusia (5.6%), y en frente de los siguientes grandes emisores como la India (4.6%), Japón (4.6%) y Alemania (3%) (UNWTO, 2007a).

### *Políticas y medidas de mitigación*

La mitigación del cambio climático pasa por modificaciones tecnológicas, económicas y socioculturales que pueden contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se prevé que, de seguir todo como hasta ahora, las emisiones generadas por el turismo seguirán aumentando a gran velocidad, lo cual contrasta con los objetivos de notable reducción de las emisiones acordados como necesarios por la comunidad internacional en la última ronda de negociaciones relacionadas con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNWTO, 2007a), en donde se reconoció que a mediados de siglo las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero deben haber descendido hasta quedar bastante por debajo de la mitad de los niveles registrados en 2000.

La mitigación reviste especial importancia para el turismo, y las políticas de mitigación deben tener en cuenta varias dimensiones, como la necesidad de estabilizar el clima mundial,

**Tabla 4.** Emisiones del turismo mundial en 2008

<i>Fuente</i>	<i>CO<sub>2</sub> (Mt)</i>	<i>% de las emisiones totales del turismo</i>
Transporte aéreo	517	39.6
Otros transportes	468	35.8
Alojamiento	274	21.0
Otras actividades	45	3.4
TOTAL	1,307	100
Emisiones globales		26,400
Parte del turismo (%)		4.95

Fuente: Elaboración propia con base a datos del UNWTO (2007a).

el derecho de las personas al descanso y al disfrute del tiempo libre y la consecución de los objetivos de desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (Nurse, 2008). Para que el turismo contribuya de verdad a los objetivos generales de reducción de las emisiones fijados por la comunidad internacional, lo ideal es que la mitigación combine diversas estrategias, como instrumentos voluntarios, económicos y normativos que puedan dirigirse a distintos grupos de interesados, por ejemplo turistas, *tour* operadores, empresarios de la hostelería, compañías aéreas y fabricantes de automóviles y aeronaves, así como a encargados de la gestión en los destinos (Ivanova, 2010). Los instrumentos también podrían aplicarse en distinto grado en función de cada país a fin de no poner en peligro las oportunidades de desarrollo y reducción de la pobreza que el turismo ofrece a los países en vías de desarrollo (Becken, 2006). A la luz de las actuales tendencias sociales, parece que los turistas conscientes del medio ambiente encontrarán mercados nuevos, permanentes y en expansión, mientras que abundarán las oportunidades de desarrollo de nuevos productos turísticos que emitan poco carbono.

Para hacer frente a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el turismo cabe distinguir cuatro estrategias básicas de mitigación: i) uso de menos energía, ii) mejora de la eficiencia energética, iii) mayor uso de energía renovable y iv) el secuestro de carbono mediante sumideros. En el informe de IPCC se investigan sistemáticamente las distintas opciones

por lo que se refiere a mejoras tecnológicas, ordenación del medio ambiente, medidas económicas y normativas y cambios en el comportamiento y se llega a una serie de conclusiones:

- 1) El uso de menos energía es el aspecto más destacado de la mitigación, que puede conseguirse mediante modificaciones en el desarrollo y el *marketing* de los destinos (*tour* operadores) y de la elección de destinos (turistas), así como generando cambios en el empleo de transporte para pasar del uso mayoritario del automóvil y el avión a un mayor uso del ferrocarril y el autobús (Peeters, 2007). Los *tour* operadores también pueden prolongar la duración de la estancia, lo cual sería un método muy efectivo de reducir la huella de carbono diaria por turista y aumentar las oportunidades económicas en los destinos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el turismo tiende actualmente al aumento de las estancias cortas (Cinrady y Buck, 2008). Globalmente, los *tour* operadores ejercen bastante influencia en la creación de demanda de viajes que supongan un menor consumo de carbono ofreciendo productos atractivos adaptados a las necesidades y preferencias de los turistas (CTO, 2007). Por lo que se refiere al subsector más importante, que es el de la aviación, el sector favorece la compra de derechos de emisión en vez de aplicar impuestos al uso de combustibles o a las emisiones (UNWTO, 2007a). Todavía mejor sería la alternativa de crear un régimen de comercio de derechos de emisión exclusivo para la aviación (Ivanova *et al.*, 2009). De ese modo se introduciría con mayor rapidez tecnología más eficiente, mientras que la rentabilidad del sector de la aviación podría aumentar la medida en que el precio de los viajes suba mientras los gastos de funcionamiento de los aviones permanecen estables.
- 2) La mejora de la eficiencia energética es otro mecanismo posible de disminución de la demanda de energía. La nueva tecnología reducirá notablemente las emisiones generadas por la aviación aunque todo siga como hasta ahora por la sencilla razón de que disminuyen los gastos de combustible y mejora el rendimiento de la aeronave (Gupta e Ivanova, 2009). Es probable que la reducción de



las emisiones por pasajero-kilómetro ronde el 32% entre 2005 y 2035 (UNEP, 2008). Otras medidas encaminadas a situar la tecnología de la aviación en el límite teórico (reducción de un 50% de los factores de emisión entre 2005 y 2035) contribuirían a un descenso general del total de las emisiones generadas por los viajes turísticos (excluidos viajes del día e incluidos todos los modos de transporte) de un 14% suponiendo que todo siguiese como hasta ahora. Puede alcanzarse la misma reducción general de las emisiones (un 14%) si se registran reducciones drásticas en el subsector del alojamiento. La nueva tecnología aplicada al transporte en automóvil puede reducir en un 7% el total de las emisiones generadas por el turismo (*Ibid.*)

- 3) Se ha verificado que prácticamente todas las fuentes renovables de energía son aplicables al turismo, incluidas la eólica, la fotovoltaica, la heliotérmica, la geotermal, la biomasa y la regeneración de energía mediante desechos (UNWTO, 2007a). Varios estudios han examinado la medida en que pueden aplicarse al turismo fuentes renovables de energía, especialmente en destinos insulares en los que el abastecimiento de energía mediante combustibles fósiles resulta caro y corre el riesgo de verse interrumpido. Los biocombustibles son otra posibilidad de contribuir a la sustentabilidad de los sistemas de transporte (UNEP, 2008), aunque cabe señalar que siguen sin resolverse varios problemas, en particular por lo que se refiere a la sustentabilidad y eficiencia de la producción de biocombustibles y al mayor número de disputas por motivos de tierras, especialmente en el caso de las tierras de labranza.
- 4) También puede almacenarse CO<sub>2</sub> en la biomasa (por ejemplo, plantando árboles o evitando la deforestación), en acuíferos u océanos y en sumideros geológicos (por ejemplo, yacimientos de gas agotados).

En el sector del turismo se procede de ese modo mediante compensaciones o contrapartidas de las emisiones de carbono, es decir, reduciendo en otra parte (por ejemplo plantando nuevos árboles), una determinada cantidad de emisiones de gases de

efecto invernadero equivalente a la generada por otra actividad (por ejemplo, el vuelo de un avión) (UNWTO, 2007a). Es importante concientizar a los turistas sobre la importancia de estas políticas, para generar disposición de cooperar para la creación de sumideros. También hay que evitar que el sector empresarial turístico asuma que con emplear el sistema de compensaciones ya no necesita reducir el uso de combustible y/ fomentar la eficiencia energética (Gladin y Simpson, 2008). No obstante, las contrapartidas de las emisiones de carbono pueden formar parte de las futuras iniciativas de mitigación en el sector turístico (Stern, 2007).

Existen varias hipótesis y distintas opciones de mitigación para prever la ulterior evolución de las emisiones en el sector turístico a escala mundial (UNWTO, 2007a). Según el estudio “Cambio climático y turismo: responder a los retos mundiales”, en caso de que todo siguiese como hasta ahora y considerando la previsión de la OMT de un crecimiento anual promedio de las llegadas de turistas internacionales del 4% hasta el año 2020, se estimó que las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el sector turístico a escala mundial podrían haber crecido un 152% para 2035.

Por ejemplo, en el análisis se estimó que cabía reducir las emisiones mediante la siguiente combinación de modificaciones suponiendo que todo siguiese como hasta ahora hasta 2035:

- De obtenerse la máxima eficiencia tecnológica supuesta en relación con todos los medios de transporte, el alojamiento y las actividades, las emisiones podrían descender un 36%.
- La reducción del consumo de energía mediante una combinación de cambios en las pautas de uso de los modos de transporte con una modificación de las preferencias que favorezca los destinos más cercanos y un aumento de la duración media de las estancias, reportaría un descenso de las emisiones del 43%.

En vista de las previsiones de crecimiento dinámico de las actividades turísticas, el turismo tiene por delante una gran tarea si aspira a reducir sus emisiones en la misma medida que otros sectores económicos. Para reducirlas efectivamente, tendrá que aplicar una combinación de medidas de mitigación. De darse la

previsión de mitigación más efectiva, que emplearía una combinación de los dos tipos de medida mencionados, para 2035 podrían reducirse las emisiones en un 68%, lo cual equivaldría a una reducción de las emisiones del 16% en relación con las generadas en 2005.

### *Conclusiones*

La preocupación que suscita el cambio climático va en aumento en todo el mundo. Sus repercusiones en el sector turístico se intensificarán paulatinamente, sobre todo si aumenta el volumen de emisiones. El calentamiento global redistribuiría los recursos climáticos del turismo geográficamente y según la temporada, lo cual plantea riesgos a los ecosistemas de todo el mundo. El carácter y la intensidad de los impactos del cambio climático variarán en todo el mundo en función del destino turístico de que se trate. Las regiones más vulnerables se encuentran en países en desarrollo, normalmente dotados de menor capacidad de adaptación, lo cual planteará problemas de especial gravedad a sus destinos turísticos y las correspondientes comunidades. Los efectos del cambio climático en el sector turismo podrían influir en otros sectores económicos como la agricultura y las redes comerciales locales de las que se abastece el turismo. Otro riesgo latente es que se agudice aún más la ya existente competencia por recursos escasos (agua, tierra, energía) entre el turismo y los demás sectores económicos y sociales.

La mitigación del cambio climático exige la transformación de los sistemas de suministro de energía y transporte de todo el mundo, lo cual incide en el precio de los viajes y en la movilidad de los turistas.

Teniendo presente que el turismo está actualmente completamente integrado en los patrones de consumo de numerosos países, y que las previsiones de la OMT indican que continuará creciendo en un futuro previsible (UNWTO, 2003a y 2003b), es de gran relevancia tanto el impacto climático en esta industria, como su potencial para la mitigación del cambio climático.

El turismo puede y debe cumplir una importante función en la lucha contra el cambio climático en el marco de su compromiso general con el desarrollo sustentable y los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. En la medida en

que genera un volumen de emisiones de gases con efecto invernadero bastante significativo, el turismo tiene la responsabilidad de invertir en los próximos tres decenios la trayectoria de disminución de sus emisiones hasta fijar pautas más sustentables y compatibles con las medidas adoptadas por la comunidad internacional.

La conclusión inequívoca del presente capítulo es que no habrá que esperar a un futuro lejano o remoto para apreciar la influencia del cambio climático en el turismo. Este fenómeno ya está determinando las decisiones que adoptan en el sector los propios turistas, las empresas e inversionistas, así como las organizaciones internacionales que se ocupan del turismo.

Por su alta dependencia del sector turismo para generar derrama económica, crear empleos, traer divisas al país y fomentar el desarrollo sustentable, México tiene que realizar estudios para determinar sus vulnerabilidades al cambio climático y estructurar políticas eficientes de adaptación a toda la gama de impactos directos e indirectos del cambio climático.

#### Bibliografía

- Becken, S. 2002. "Analysing international tourist flows to estimate energy use associated with air travel". *Journal of Sustainable Tourism*, 10 (2).
- . 2006. "Measuring National Carbon Dioxide Emissions from Tourism as a Key Step Towards Achieving Sustainable Tourism". *Journal of Sustainable Tourism*, 14( 4).
- y J. Hay 2007. *Tourism and Climate Change: Risks and Opportunities*. London: Prentice Hall.
- CTO: Caribbean Tourism Organization. 2007. *Climate Change and Tourism in the Caribbean. Threats and Opportunities*. U. O. Trotz, Caribbean Community Climate Change Centre, Grand Cayman.
- Frampton, C. y Simmons, D. 2001. "Energy consumption patterns in the accommodation sector – the New Zealand case". *Ecological Economics* 39, 371-86.
- Freitas. 2001 (FALTA LA REFERENCIA)
- Gladin, Liz y M. Simpson. 2008. "Climate Change and Tourism: the Environment Impacts, Adaptation, Mitigation and Global Challenges". *Working Paper*. Centre for the Environment,

- Oxford University, <http://www.oursouthwest.com/climate/registry/080625-liz-gladin-swt-presentation.pdf>.
- Goessling, S. 2002. "Global environmental consequences of tourism". *Global Environmental Change* 12 (4), 283-302.
- Gupta, Joyeeta y Antonina Ivanova. 2009. "Global Energy Efficiency Governance in the Context of Climate Politics" in *Energy Efficiency*, vol. 1:3, <http://www.springerlink.com/content/120908/>.
- IPCC: "Summary for Policymakers". 2007. In: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hanson (eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Ivanova, A., A. Gámez y M. Ángeles. 2009. *Eficiencia energética, cambio climático y seguridad en APEC, UCOL&UABCS&Consortio Internacional de Centros de Estudio APEC*, pp. 91-110.
- Ivanova, A. 2010. "El cambio climático y el turismo: impactos, adaptación y mitigación". En Ibañez, R. y A. Ivanova (coords.) *Medio Ambiente y Política Turística en México*, UABCS & AMIT (en prensa).
- Nurse, K. 2009. *Climate Change Policies and Tourism Competitiveness in Small Island Developing States. Paper presented at Conference on International Dimensions of Climate Change NCCR University of Bern*, January. [http://www.nccr-climate.unibe.ch/conferences/climate\\_policies/presentations/Nurse.pdf](http://www.nccr-climate.unibe.ch/conferences/climate_policies/presentations/Nurse.pdf).
- Peeters, P. 2007. *Tourism and Climate Change Mitigation - Methods, Greenhouse Gas Reductions and Policies*. NHTV Academic Studies, No. 6. NHTV. Breda, The Netherlands: Breda University.
- Semarnat/INE. 2010. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México.
- Stern, Nicholas. 2007. *El Informe Stern. La verdad sobre el cambio climático*. Paidós Ibérica, Barcelona.
- UNEP. 2008. *Climate Change Adaptation and Mitigation in the Tourism Sector: Frameworks, Tools, Practices*. Geneva.
- UNWTO. 2003a. *Climate Change and Tourism: Proceedings of th*

- eFirst International Conference on Climate Change and Tourism, Djerba, Tunisia, 9-11 April 2003*. Madrid: World Tourism Organization.
- . 2003b. *Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático*. <http://www.mincomercio.gov.co/eContent/Documentos/turismo/2003/documentosinternacionales/OMT/DeclaracionDjerba.pdf>.
- . 2007a. *Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges. Summary*. Joint UNWTO, UNEP, WMO publication issued October. [http://www.unwto.org/climate/mag/en/pdf/climate\\_change\\_tourism\\_summ.pdf](http://www.unwto.org/climate/mag/en/pdf/climate_change_tourism_summ.pdf).
- . 2010a. *Estadísticas, noticias y comunicados de prensa sobre turismo internacional: resultados los primeros de 2010 confirman la tendencia al alza*. Sofia, Bulgaria-Madrid, España, comunicado del 28 de abril de 2010. [[http://www.unwto.org/media/news/sp/press\\_det.php%3Fid%3D5912%26idioma%3DS&rurl=translate.google.com.mx&usg=ALkJrhgrJx7ONRgsCZ4p6iIAhIU-r2aSLw](http://www.unwto.org/media/news/sp/press_det.php%3Fid%3D5912%26idioma%3DS&rurl=translate.google.com.mx&usg=ALkJrhgrJx7ONRgsCZ4p6iIAhIU-r2aSLw)] (06/06/10).
- . 2010b. *World tourism barometer: interim update April 2010*. Madrid, España. [[http://www.unwto.org/facts/eng/pdf/barometer/UNWTO\\_Barom10\\_update\\_april\\_en\\_excerpt.pdf](http://www.unwto.org/facts/eng/pdf/barometer/UNWTO_Barom10_update_april_en_excerpt.pdf)] (06/06/10).

#### Fuentes de consulta sugerida

- UNFCCC COP-13 Side Event on Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges  
[http://regserver.unfccc.int/seors/file\\_storage/139gh0jv3rpe3ih.pdf](http://regserver.unfccc.int/seors/file_storage/139gh0jv3rpe3ih.pdf).
- WCP. <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/>.
- WMO. <http://www.wmo.int>.
- WMO. Commission for Climatology Expert Team on Climate and Tourism. <http://www.wmo.ch/pages/prog/wcp/ccl/opags/opag4.html>.

## Diplomacia climática, ¿qué esperamos de la COP16 en Cancún?

*Carlos Gay García  
José Clemente Rueda Abad*

### *Introducción*

La Conferencia de las Partes número 16 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP16) tendrá una singular importancia: ahí se comenzará a definir si el sistema multilateral, base del sistema operativo de Naciones Unidas, subsiste para buscar cumplir con el objetivo último de la Convención Marco (lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático) o si éste es suplantado, y/o modificado, por una serie de decisiones temáticas de carácter político vinculadas a la Convención Marco.

Por tanto, en la COP16 no se discutirá el qué, sino el cómo cumplir con la Convención Marco. Eso hace que el asunto sea más simple y, paradójicamente, más complejo: la búsqueda de una salida alterna al Plan de Acción de Bali (véase más adelante), lo cual posibilita una fase más en el enfrentamiento entre los países desarrollados y los que aspiran a serlo.

### *La diplomacia climática: una definición*

La diplomacia climática, la entendemos como:

La actividad ejecutora de la política exterior de un sujeto del derecho internacional, llevada a cabo por órganos y personas debidamente representativos del mismo, ante uno u otros sujetos de derecho internacional para, por medio de la negociación, alcanzar, mantener o fortalecer transaccionalmente el control de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en un nivel tal que no interfieran con

el sistema climático y buscando la adaptación al fenómeno; aplicando para tal fin el principio de responsabilidad común pero diferenciada, la cooperación internacional, buscando la equidad intergeneracional que garantice el desarrollo de los pueblos y la justicia entre los sujetos de derecho.

En términos operativos, es una diplomacia *ad hoc* (CAHIER, 1962: 443) porque se trata de un cuerpo especializado en todos y cada uno de los temas que forman parte de las negociaciones inherentes al cambio climático, tanto en su dimensión coyuntural (implementación del Protocolo de Kyoto) como en la estructural (dimensión de largo plazo).

Esta idea de la diplomacia *ad hoc* es reforzada por la forma en cómo operan estos cuerpos diplomáticos: cuentan con un jefe de delegación, y en un momento determinado (sobre todo en la Reunión de Alto Perfil de las Conferencias de las Partes) la representación puede adquirir el carácter de diplomacia en la Cumbre (ejercida por los titulares de una Secretaría o Ministerio o bien por el jefe de Estado o de Gobierno del sujeto de derecho). En el léxico de cambio climático, a los cuerpos diplomáticos se les conoce comúnmente como Partes. Cada una de las Partes representa un país, por tanto, en el desarrollo de este capítulo cuando se mencione un País o una Parte se hace alusión a uno de los sujetos de derecho en los términos en los que se ha elaborado la definición de la diplomacia climática.

En el plano instrumental esta diplomacia climática adquiere sentido en el momento en que la firma de la Convención y su Protocolo forman parte de la política interna de cada uno de los actores. Por tanto, las Conferencias de las Partes son el espacio donde cada uno de los sujetos de derecho ponen en la mesa de trabajo sus puntos de vista, intereses y estrategias para, “mejorar la calidad y perspectiva de vida en la actualidad y asegurar que esas condiciones prevalezcan para las generaciones futuras” (Conde, 2010: 30).

En este momento, el tema y sus múltiples problematizaciones exigen que los cuerpos de representación internacional (diplomacia climática) sean definidos en función de sus objetivos, no sólo por su forma operativa de carácter ambiental que le dio origen y de la que paulatinamente se ha ido separando y especializando. Se trata, en consecuencia, de una definición necesaria y oportuna.



## *El plan de acción Bali*

Reconociendo la complejidad de la negociación climática, la Conferencia de las Partes número 11, celebrada en Montreal, acordó la creación de un grupo de trabajo en cual se analizarán los mecanismos y acciones de cooperativa entre las Partes, pero teniendo un enfoque más amplio. A este grupo, se le denominó el Grupo de Trabajo de Largo Plazo. Para su implementación se desarrollaron cuatro talleres que, en conjunto, se denominaron “el Dialogo de la Convención” y se reunió hasta diciembre de 2007, precisamente en Bali (IISD, 2005: 1).

En la Conferencia de las Partes celebrada en Bali, Indonesia, en diciembre de 2007, se consolidó el Plan de Acción de Bali mismo que cumple con el Artículo 3.9 del Protocolo de Kyoto, el cual mandata a las Partes de la Convención a que siete años antes de que concluya el primer periodo de aplicación se dé inicio al proceso de negociaciones para el establecimiento de futuros compromisos (Grupo de Trabajo Especial del Protocolo de Kyoto).

Los elementos clave de la negociación del Plan de Acción de Bali se centran en cuatro grandes temas: mitigación; adaptación; financiamiento; y, tecnología y creación de capacidades. También se impulsó la articulación de una “visión compartida para la acción cooperativa a largo plazo, incluyendo un objetivo global a largo plazo para la reducción de emisiones”(IISD, 2009a: 1). Uno de los elementos medulares de dicho Plan fue el establecimiento del tiempo para la entrega de resultados: dos años.

Durante esos 24 meses, en el año 2008, se celebraron reuniones del 31 de marzo al 4 de abril en Bangkok, Tailandia (IISD, 2008a); del 2 al 13 de junio en Bonn, Alemania (IISD, 2008b); en el octavo mes de ese año, en el periodo entre el 21 y el 27 la reunión se desarrolló en Accra, Ghana (IISD, 2008c) y; finalmente, en la Conferencia de las Partes número 14 y que se celebró en Poznań, Polonia los días 1 al 12 de diciembre (IISD, 2008d).

Durante el año 2009, y teniendo como marco final la COP15, hubo reuniones previas en Bonn, Alemania entre los días 29 de marzo al 8 de abril (IISD, 2009a); y, repitiendo dicha sede, del 10 al 14 de agosto (IISD, 2009b). Los días 28 de septiembre al 9 de octubre la sede fue Bangkok, Tailandia (IISD, 2009c) y la última sesión previa a la cita en Copenhague fue Barcelona, España, que fue sede de las negociaciones en el periodo comprendido entre los días 2 y 6 de noviembre (IISD, 2009e).

## Los resultados de la COP15

Del 7 al 18 de diciembre de 2009 se celebró en la capital de Dinamarca, Copenhague, la Conferencia de las Partes número 15 (COP15) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en la cual se pretendía cumplir con el objetivo del Plan de Acción de Bali: gestar un segundo periodo de aplicación del Protocolo de Kyoto.

A la capital danesa llegaron 155 jefes de Estado y de Gobierno. Más de 40,000 personas solicitaron su acreditación en la Conferencia, superando por mucho la capacidad de 15,000 personas de la sede de la Conferencia. Lo que sucedió en la histórica reunión de diciembre pasado, dado el objetivo central de la Conferencia, por las expectativas políticas y sociales generadas y por los resultados obtenidos, sólo puede catalogarse como un fracaso de la diplomacia climática (Jackson y Mcgoldrick, 2010: 5).

El objetivo del Grupo de Trabajo Especial del Protocolo de Kyoto era: desarrollar una propuesta para enmendar el Protocolo y, en consecuencia, lograr la definición de compromisos de reducción de emisiones por parte de los países Anexo I (aquellos desarrollados) para el segundo periodo de aplicación del mismo (Compromisos Futuros de las Partes). En dicho grupo, el tema que acaparó la atención fue el de la reducción de emisiones. Los resultados fueron: sin acuerdo en ninguno de los temas (IISD, 2009f). Véase cuadro siguiente:

<i>Tema</i>	<i>Compromisos</i>	<i>Año Base</i>	<i>Excedentes de las Unidades de Reducción Atribuidas</i>	<i>Periodo de compromisos</i>
Estado de la negociación	Necesarias metas más ambiciosas. Valoración de capacidades nacionales. Marco legal comprensivo y global	Base 1990 Múltiples años base de referencia	Falta de métodos para tratar los excedentes de la base 1990. Preocupación por el posible uso de emisiones actuales como punto base para los excedentes.	Periodo de 5 años para el segundo periodo de aplicación. Periodo de 8 años para el segundo periodo de aplicación.

Sobre los mecanismos de flexibilidad tampoco se logró ningún resultado:

<i>Tema</i>	<i>Estatus de la negociación</i>
Crédito sobre la base de las Medidas de Mitigación Apropriadas para cada país	Suprimir el texto del documento. Mantener el texto.
Ampliación de la parte de los fondos devengados a la Aplicación Conjunta	Que no se tome ninguna decisión. Se requiere enmendar el Protocolo para que esto sea posible.
Suplementariedad de los mecanismos de flexibilidad	Rendición de cuentas Limitación a 30% en el uso de los mecanismos de flexibilidad. Que no se tome decisión.
Comercio de emisiones	Que se extienda a los países en desarrollo Que no se tome decisión.
Nuevos mecanismos de mercado	Que se establezcan nuevos mecanismos basados en el mercado. Oposición a que se establezca un nuevo mecanismo de mercado.
Mejora de la distribución regional	Que todos los Países Menos Adelantados tengan el mismo trato (si hay menos de 10 proyectos registrados). Eximir pagos podría tener un impacto negativo en funcionamiento de la Junta Ejecutiva del MDL. Que el pago se posponga hasta la primera entrega de Certificados de Reducción de Emisiones de los proyectos.

En el subgrupo sobre uso de suelo y cambio de uso de suelo tampoco se logró ningún acuerdo, pero se pidió que el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico explore la factibilidad de las opciones. Así, se observa el siguiente estatus de la negociación:

<i>Tema</i>	<i>Estatus de la negociación</i>
Uso de suelo	Se redujeron las opciones sobre las definiciones de perturbaciones naturales y los productos de madera cosechada. Se intentó reducir las opciones de ordenación forestal, con debates sobre el papel potencial de los límites y los factores de descuento. El enfoque basado en el uso de suelo debe ser una opción de contabilización de reducciones.

Con respecto a las metodologías, tampoco se obtuvo ningún acuerdo:

<i>Tema</i>	<i>Nuevos gases de efecto invernadero</i>	<i>Unidades de medida de nuevos gases</i>	<i>Sectores/Fuentes</i>
Estado de la negociación.	Apoyo a que se incorporen nuevos gases. La incorporación de nuevos gases rebasa el mandato del grupo.	Analizar la viabilidad corresponde al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico. Agregar nuevos gases que sean informados, pero no contabilizados podría generar un vacío legal.	Corresponde al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico analizar la viabilidad de modificar los sectores y fuentes de emisión.

En el Grupo de Trabajo Especial de Largo Plazo su objetivo era producir un texto con forma de proyecto para la toma de decisiones de la Conferencia de las Partes. Sus avances fueron los siguientes:

<i>Mitigación (visión de largo plazo)</i>	
Países desarrollados	Persistieron las diferencias sobre la naturaleza de la mitigación de los países desarrollados; un objetivo de reducción colectivo; la posibilidad de comparar los esfuerzos; la relación con el Protocolo de Kyoto y la Medición, Información y Verificación.
Países en desarrollo	En general, las Partes reiteraron sus posiciones y persistieron las diferencias sobre una serie de cuestiones, entre ellas, el papel de las estrategias de emisiones bajas en carbono en relación con las medidas de mitigación apropiadas para cada país, así como un mecanismo de implementación y sobre quién debería brindar apoyo a éstas. Lo mismo se solicitó para el caso de la Medición, Información y Verificación.
REED-plus	(Reducción de Emisiones de la Deforestación en los Países en Desarrollo, más la Conservación) Las Partes discutieron si el alcance debería incluir objetivos de porcentajes o si se deberían enumerar las actividades específicas comprendidas en la Reducción de Emisiones de la Deforestación en los Países en Desarrollo, más la Conservación. Luego, las Partes consideraron el texto sobre las salvaguardas y discutieron los niveles de referencia.

Enfoques sectoriales	Las Partes discutieron un proyecto de texto sobre la agricultura y se centraron en un texto de decisión a cerca del desarrollo del programa de trabajo del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y tecnológico sobre el tema. Se expresaron preocupaciones sobre la inclusión de referencias a la adaptación, la seguridad alimentaria, el comercio y las compensaciones.
Enfoques para mejorar costos	Debate sobre los enfoques de mercado. Inclusión de HFC en el Protocolo de Montreal. Se objetó la inclusión de los Objetivos cuantificados de limitación y reducción de emisiones (implementación voluntaria).
Medidas de respuesta	Las Partes no pudieron acordar sobre el enfoque adecuado para el intercambio de información. Muchos países en desarrollo prefirieron el establecimiento de un foro permanente y los países desarrollados expresaron su preocupación por el lenguaje sobre una estructura institucional.

Asimismo no identifica el siguiente estado de situación en cuanto a medidas de adaptación, financiamiento, transferencia tecnológica y creación de capacidades:

Tema	<i>Adaptación</i>	<i>Financiamiento</i>	<i>Transferencia de tecnología</i>	<i>Creación de capacidades</i>
Avance	Avances con respecto a un marco o un programa de adaptación, los objetivos y principios, y las categorías de acciones. Persisten las diferencias sobre las vulnerabilidades, las medidas de respuesta, un mecanismo para los daños y las pérdidas, la evaluación de las medidas de adaptación y el apoyo a la adaptación.	Operativizar o “fortalecer” el mecanismo financiero de la Convención. Las dificultades se expresaron con la enumeración de los compromisos contenidos en el Artículo 4 de la Convención (compromisos) y el lenguaje sobre un consejo de administración que asigne los fondos entre las áreas temáticas. La generación y suministro de recursos (Banco Mundial como administrador).	Establecimiento de un mecanismo de transferencia para la tecnología con un comité ejecutivo especializado y un centro ejecutivo del clima.	Mejorar la creación de capacidades y los arreglos institucionales necesarios para ello.

En vista de que el Grupo de Trabajo Especial del Protocolo de Kyoto y que el Grupo de Trabajo Especial de Largo Plazo no consiguieron sus objetivos, la Conferencia de las Partes 15 decidió extender el mandato de éstos para permitir su continuidad para la adopción de resultados durante la COP16. Poco antes del final de la COP15, se hizo pública una declaración de carácter político, no consensuada por los cuerpos diplomáticos presentes en la Conferencia (el llamado “Acuerdo de Copenhague”; véase más adelante). En función de todo esto, es que la Conferencia de las Partes 15 fracasó. Sin embargo, existe más de un elemento que explica este resultado.

Entre los que podemos enumerar, se encuentran:

- La gran cantidad de temas en negociación en cada uno de los Grupos de Trabajo.
- El número de Partes representadas y presentes en la negociación (194 países han ratificado la Convención y 192 países han ratificado el Protocolo de Kyoto).
- La oposición de Estados Unidos, el principal emisor de gases de efecto invernadero a ratificar el Protocolo de Kyoto y la oposición de las principales economías emergentes a modificar las condiciones actuales del régimen climático internacional.
- Que el Plan de Acción de Bali puso como meta para la entrega de resultados a la COP15, sin considerar que históricamente el proceso de negociación del régimen internacional del clima es lento (ejemplo: el Mandato de Bonn cumplió su plazo para elaborar el Protocolo de Kyoto en la COP3; lo cierto es que éste entró en vigor hasta el año 2008, además, en la fase intermedia hubo un cabildeo intenso para lograr los criterios metodológicos del Protocolo y que son los Acuerdos de Marrakech).
- Las decisiones de las Conferencias de las Partes deben ser consensuadas (elección de mayoría calificada).

### *El acuerdo de Copenhague*

El Acuerdo señala que los países que lo suscriban buscan el objetivo final de la Convención. Reconoce la importancia de los principios y provisiones de la Convención; destaca los resultados

del trabajo hecho por los dos Grupos de Trabajo Especial del Plan de Acción de Bali; señala la operatividad inmediata del Acuerdo y reconoce como fundamental que la temperatura global no debe rebasar los 2°C. El Acuerdo contiene un espacio en blanco para que los países que deseen asociarse escriban sus objetivos de reducción. Aquí presentamos el contenido central del Acuerdo de forma temática:

En lo relativo a la mitigación, el Acuerdo de Copenhague puede ser dividido en dos grandes bloques. Por lo que corresponde a los países desarrollados, en el que se señala que los países Anexo I fortalecerán las acciones de mitigación ya iniciadas en el marco del Protocolo de Kyoto y que las metas de reducción que ellos establezcan incluirán todos los sectores económicos de cara al 2020 (el cual es visto como el periodo de aplicación del compromiso voluntario), no señala un año base de referencia (lo cual abre la posibilidad a que cada país establezca este criterio) y no se crea un objetivo global de reducción para todos los países del Anexo I puesto que los objetivos serán establecidos individualmente (por país) en la tabla de objetivos que se encuentra al final del Acuerdo.

Una modificación sustantiva es la condición de que los países no-Anexo I realicen acciones de mitigación (apropiadas a sus capacidades). En ese sentido, el Acuerdo de Copenhague sostiene que los Países Menos Adelantados y los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo podrán emprender acciones equiparables al respaldo financiero que reciban del exterior. Los países en desarrollo que no se encuentren en el supuesto anterior deben apelar a sus propias capacidades nacionales para mitigar aunque deban estar o no respaldadas (es decir reconocidas). Para las acciones de mitigación no respaldadas éstas se deben dar a conocer cada dos años a través de las Comunicaciones Nacionales; en tanto que las actividades de mitigación apropiadas a las capacidades nacionales deberán ser medidas y verificadas internacionalmente. Todas las acciones de mitigación apropiadas a sus capacidades, que cuenten con financiamiento internacional, serán revisadas y verificadas para hacer válida la reducción de gases.

En lo que se refiere a la adaptación, se dice que es un desafío para todos los países del mundo, por lo que se reconoce la necesidad de implementar un programa de adaptación amplio que cuente con financiamiento internacional. Dato a destacar

es que se reconoce que los países en desarrollo son los más vulnerables.

El Acuerdo comprometió tanto para adaptación, como para la mitigación cerca de 30 mil millones de dólares para el periodo 2001-2012. En avanzada, en el contexto del Acuerdo de Copenhague, los países desarrollados se comprometieron a movilizar 100 mil millones de dólares al 2020 (sin especificar explícitamente la procedencia de los recursos). El brazo regulador de este fondo sería el denominado *Copenhagen Green Found*.

En lo que respecta a tecnología, el Acuerdo propone crear un Mecanismo de Tecnología que se aplicaría de manera individual (ponderando prioridades y circunstancias por país) y que supone habría de ser sujeto de financiamiento internacional. Lo cierto es que el texto del Acuerdo de Copenhague no menciona los mecanismos de gestión para la obtención de los recursos y no dice nada respecto de la cuestión de las patentes y derechos de autor en la cuestión tecnológica.

La fecha que se estableció como fecha límite para que los países se adhieran al Acuerdo de Copenhague fue el 31 de enero de 2010, sin embargo abrió la posibilidad de que aún después de esa fecha los países que así lo decidieran podrían sumarse. Al 26 de agosto de este año, 138 países de los 194 que forman parte de la Convención y de los 192 que han ratificado el Protocolo de Kyoto, figuran entre los que han expresado su intención de ser parte del acuerdo (UNFCCC, 2010)

### *¿Qué esperamos de la COP16 en Cancún?*

El proceso de negociación diplomática climática, es el escenario operativo en el que se representa "la política internacional" (Calduch, 1993: 4) de cada uno de los sujetos de derecho internacional. Cada uno de los sujetos plantea en el escenario de la Conferencia de las Partes el conjunto de decisiones y acciones mediante las cuales definen sus objetivos y utilizan todos los medios de su representación para generar, modificar o suspender el estado de la negociación con otros actores de la sociedad internacional.

En el escenario de la negociación diplomática climática existen, al momento, dos grandes ejes de discusión. Por un lado, la continuidad de los procesos del Grupo de Trabajo Especial del



Mitigación	En los países desarrollados, que el objetivo de reducción sea entre 30 y 40% respecto de 1990 al 2020. Que en los países en desarrollo se apliquen acciones de mitigación voluntarias, pero con financiamiento internacional (que en este mismo eje se incorpore el REDD-plus).
Adaptación	Que los fondos de adaptación se establezcan como una prioridad para de esa manera asimilar la exigencia de la adaptación con la mitigación.
Tecnología	Se debe fortalecer la transferencia de tecnologías y eso debe quedar plasmado en esquemas jurídicamente vinculantes.
Financiamiento	Crear un mecanismo de arranque inmediato y uno de largo plazo en el que se analicen si los fundamentos operativos del Sistema Monetario Internacional son los adecuados para la gestión de cambio climático.
Visión a largo plazo	Que el umbral de los 2°C adquiera un estatus legal incorporándolo a los documentos del régimen climático internacional.

Protocolo de Kyoto, que si no logra su objetivo de origen (consolidar el segundo periodo de aplicación del Protocolo) podría en un momento determinado nuevamente extender su mandato hasta la COP17. Por otro lado, la existencia del Acuerdo de Copenhague, que con 138 respuestas podría constituirse en una salida alterna al estancamiento diplomático que vive el Plan de Acción de Bali.

Elemento novedoso en esta ronda de negociación es el acuerdo político que se dio a conocer al mundo en los últimos minutos de la reunión de Copenhague. De hecho, diversos analistas sostienen que este Acuerdo podría servir para destrabar la parálisis diplomática en que se encuentra la negociación internacional del clima ya que presenta una alternativa agresiva y fuerte para ser implementada en todo el mundo a la brevedad. (Stern y Taylor, 2010; Mathys *et al.*, 2010; CEU, 2010; Den Elzen, 2010; Harmeling *et al.*, 2010; ICLEI, 2010; Müller, 2010; RECOFTC, 2010; WBGU, 2010; Sterk *et al.*, 2010).

El supuesto de que el Acuerdo de Copenhague podría servir para avanzar en la negociación diplomática no pondera que

las decisiones que se toman en el sistema de las Naciones Unidas deben ser obtenidas a través del consenso. Lo que en términos operativos no debe entenderse como que todos deban votar por la misma resolución, sino que éstas deben ser aceptadas por la mayoría (ya sea de manera simple —la mitad más uno— o manera calificada —dos terceras partes—). No pondera el hecho del mecanismo operativo ya que lo que el Acuerdo de Copenhague hace es aplicar una decisión unilateral para que cada país decida voluntariamente sumarse al acuerdo político emanado de Dinamarca.

Lo que hay de fondo en el Acuerdo de Copenhague es la modificación de la aplicación del principio de responsabilidad común, pero diferenciada en el control de las emisiones de gases de efecto invernadero. El mencionado principio busca aplicar la responsabilidad histórica en las emisiones. En contraparte, lo que busca el Acuerdo es que todos los países del mundo, sin ponderar la responsabilidad de los países hoy desarrollados en el origen del problema, realicen acciones de mitigación de acuerdo con sus propias capacidades.

Lo que se verá en la COP16 será, por un lado, un bloque de países impulsando el Acuerdo de Copenhague para que éste pueda implementarse de manera vinculada a la Convención Marco y otro bloque de países defendiendo que la agenda de trabajo se mantenga en la búsqueda de obtener un segundo periodo de aplicación del Protocolo de Kyoto. A lo cual habrá que sumar el bloque de países que respondieron al llamado de Bolivia y que buscan la denominada justicia climática ( los “derechos de la Tierra”).

En ese escenario, el gobierno mexicano lo que debería buscar es consensuar con todos los cuerpos diplomáticos presentes en Cancún, la cristalización de acuerdos temáticos, especialmente en:

---

Mitigación	En los países desarrollados, que el objetivo de reducción sea entre 30 y 40% respecto de 1990 al 2020. Que en los países desarrollados se apliquen acciones de mitigación voluntarias, pero con financiamiento internacional (que en este mismo eje se incorpore el REDD-plus).
------------	--

---

Adaptación	Que los fondos de adaptación se establezcan como una prioridad para de esa manera asimilar la exigencia de la adaptación con la mitigación
Tecnología	Se debe fortalecer la transferencia de tecnologías y eso debe quedar plasmado en esquemas jurídicamente vinculantes.
Financiamiento	Crear un mecanismo de arranque inmediato y uno de largo plazo en el que analicen si los fundamentos operativos del sistema Monetario Internacional son los adecuados para la gestión de cambio climático.
Visión a largo plazo	Que el umbral de los 2°C adquiera un estatus legal incorporándolo a los documentos del régimen climático internacional.

Lo que plantea el cuadro anterior es un híbrido entre el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de Copenhague. En consecuencia, lo que México, al asumir la Presidencia de la COP16, debería tener como objetivo es que los acuerdos temáticos que se alcancen, se transformen, vía mandato de la Conferencia, en vinculantes a la Convención Marco —ya sea en Cancún o el próximo año en Johannesburgo.

### *Conclusiones*

La diplomacia climática busca cumplir con el objetivo máximo de la Convención Marco el cual es que las emisiones de gases de efecto invernadero no interfieran negativamente en el sistema climático. Asimismo, pretende propiciar la adaptación social al fenómeno, no obstante la pluralización legítima de intereses (riesgos, vulnerabilidad, procesos de adaptación y acciones de mitigación) de cada una de las Partes, han hecho que la obtención de consensos no se haya podido realizar en los tiempos y formas que estableció el Plan de Acción de Bali.

La gran expectativa que generó Copenhague y la decepción de sus resultados no sólo lesionaron la imagen pública mundial hacia los miembros de la diplomacia climática, sino que la confianza entre los negociadores quedó más que mermada. Para la continuidad de las negociaciones, a desarrollarse en Cancún, la reconstrucción de la confianza entre las partes es fundamental.

Desde el ámbito académico, como mexicanos y ciudadanos del mundo, sólo podemos desear que la COP16 se desarrolle en buenos términos. Estos buenos deseos, sin embargo, no significan que se desconozcan los retos que la negociación internacional del clima trae desde el momento mismo en que inició el Plan de Acción de Bali.

Este espíritu de buena voluntad se argumenta en otro hecho: siempre será mejor que la diplomacia climática internacional sea capaz de alcanzar acuerdos políticos temáticos vinculantes a la Convención, a tener que esperar que una megacatástrofe (Homer-Dixon, 2010) evidencie la vulnerabilidad asociada al cambio climático de varias regiones del mundo y que en ese contexto se deban tomar decisiones de manera apresurada.

### Bibliografía

- Cahier, Ph. 1962. *Le droit diplomatique contemporain*, Ginebra, Edit. Publications de l'Institut Universitaire des Hautes Etudes Internationales (traducción de José Vicente Torrente, Marcelino Oreja y Julio González Campos, Derecho diplomático contemporáneo, Madrid, 1965, Edit, Rialp).
- Calduch, Cervera R. 1993. *Dinámica de la sociedad internacional*, Madrid, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.
- CEU. 2010. *Council conclusions on Climate change, Follow-up to the Copenhagen Conference (7-19 December 2009)* 3002nd ENVIRONMENT COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Council meeting Brussels, 15 March 2010.
- Conde, C. 2010. *México y el cambio climático global. Rumbo a la cop16*, México, SEMARNAT/UNAM.
- Den Elzen, M. G. J. 2010. *Evaluation of the Copenhagen Accord: Chances and risks for the 2°C climate goal*, Netherlands Environmental Assessment Agency, The Netherlands.
- Harmeling Sven *et al.* 2010. *International action on adaptation and climate change: what roads from Copenhagen to Cancun?* Briefing Paper June 2010 GermanWatch & WWF International Bonn, Bonn/Switzerland.
- Homer-Dixon, T. 2010. *Disaster at the top of the world*, New York Times, 22 de agosto de 2010, USA New York Times, disponible en <http://www.nytimes.com/2010/08/23/opinion/23homer-dixon.html?pagewanted=1&r=1>

- ICLEI. 2010. *Cities in a post-2012 climate policy framework. Climate financing for city development? views from local governments, experts and businesses*, ICLEI, Bonn.
- IISD. 2005. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 291, p. 1, COP/MOP11 FINAL*, 12 de diciembre de 2005, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12291e.pdf>
- . 2008a. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 362, AWGS FINAL*, 7 de abril de 2008, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12362e.pdf>
- . 2008b. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 375, SB28*, 16 junio de 2008, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12375e.pdf>
- . 2008c. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 383, AWGS FINAL*, 30 de agosto 2008, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12383e.pdf>
- . 2008d. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 395, COP14 FINAL*, 15 de diciembre de 2008, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12395e.pdf>
- . 2009a. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 407, AWGS FINAL*, 10 de abril de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12407e.pdf>
- . 2009b. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 427, AWGS FINAL*, 17 de agosto de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12427e.pdf>
- . 2009c. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 439, AWGS FINAL*, 12 de octubre de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12439e.pdf>
- . 2009d. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 448, p.1, CdP15 #1*, 7 de diciembre de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12448e.pdf>
- . 2009e. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 291, COP/MOP11 FINAL*, 12 de diciembre de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12447e.pdf>
- . 2009f. *Earth Negotiations Bulletin vol. 12 no. 459, COP15 FINAL*, 22 de diciembre de 2009, Winnipeg, disponible en <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12459e.pdf>
- Jackson, E. y McGoldrick, W. 2010. *Global climate policy post-Copenhagen: Progress and prospects. Discussion Paper.*, The Climate Institute, Australia.
- Mathys T. et al. 2010. *Key research needs for global climate*

- change policy, Energy, Climate, and Innovation Program*, The Fletcher School, Tufts University, Medford, Ma, USA.
- Müller, B. 2010. Copenhagen 2009. *Failure or final wake-up call for our leaders?*, Oxford, Oxford Institute for Energy Studies EV49, UK.
- RECOFTC. 2010. *Forests and climate change after Copenhagen An Asia-Pacific perspective*, The Center for People and Forests, Bangkok, Thailand.
- Sterk, Wolfgang et al. 2010. *Something was rotten in the State of Denmark cop-out in Copenhagen*, Wuppertal Institute for climate, environment and energy, Wuppertal.
- Stern, N. y Taylor, C. 2010. *What do the Appendices to the Copenhagen Accord tell us about global greenhouse gas emissions and the prospects for avoiding a rise in global average temperature of more than 2°C?*, Centre for Climate Change Economics and Policy Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment In collaboration with the United Nations Environment Programme (UNEP), UK.
- UNFCCC. 2010. Respuesta dada por diversos países al Acuerdo de Copenhague disponible en <http://unfccc.int/home/items/5265.php>
- WBGU. 2010. "Climate Policy Post-Copenhagen A Three-Level Strategy for Success", *Policy Paper 6*, GERMAN ADVISORY COUNCIL ON GLOBAL CHANGE, Berlin.

# Mitigación del cambio climático y desarrollo sustentable en México: resolviendo necesidades locales con beneficios globales

*Omar Raúl Masera  
Alberto Salazar  
René Martínez*

## *Introducción<sup>1</sup>*

El cambio climático global es el mayor reto ambiental que enfrentaremos durante este siglo (gráfica 1). Los impactos esperados de este fenómeno serán determinantes en la economía y las condiciones sociales de los países del globo y afectarán directamente la vida de millones de personas. Sin embargo, existen suficientes opciones para el corto y mediano plazo para enfrentar esta crisis. Es necesario trabajar ahora sobre una estrategia integral que considere simultáneamente acciones de adaptación y mitigación. En particular, es urgente activar una transición hacia un patrón de desarrollo basado en el uso de las fuentes de energía renovable, una agricultura agroecológica y la conservación y uso sustentable de nuestros bosques y selvas. Tenemos todavía una ventana de oportunidad para minimizar los riesgos y optimizar los beneficios de las acciones climáticas, antes de que se presenten cambios irreversibles. Sin embargo esta ventana no durará muchos años: debemos actuar ahora.

## *¿Qué hacer para enfrentar el cambio climático?*

El cambio climático es un problema muy complejo que nos integra a nivel planetario de una manera nunca vista. Por ejemplo,

<sup>1</sup> Este capítulo se ha desarrollado con base en el artículo de divulgación “Los Retos del Cambio Climático” preparado por los autores para la Revista *C+TEC: Divulgar para Transformar* (Masera y Salazar, 2010) y en el documento de posicionamiento de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS) sobre Cambio Climático Global.



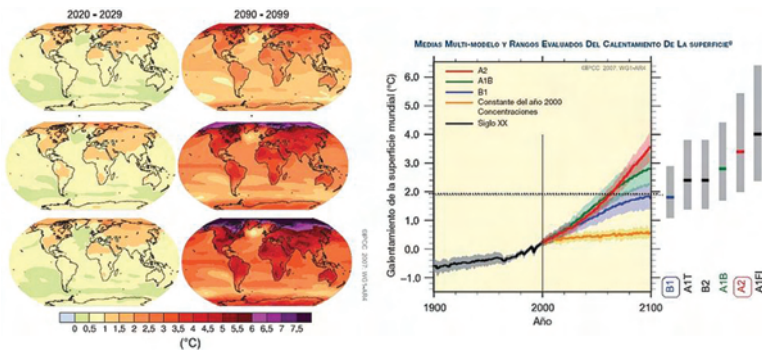
**Gráfica 1.** Los gases de efecto invernadero antropogénicos que son emitidos a la atmósfera son los principales precursores del cambio climático global que se inició durante el siglo veinte.

un campesino en México se ve hoy afectado por las emisiones de  $\text{CO}_2$  de un coche en Estados Unidos! La solución a este problema pasa entonces por una estrategia integral, con acciones claras a corto, mediano y largo plazo, que preste atención a las grandes diferencias en responsabilidades y posibilidades entre países e incluso grupos sociales y al interior de ellos.

Una estrategia para enfrentar el cambio climático debe incluir acciones de adaptación, reducción de vulnerabilidad y mitigación, así como de investigación y monitoreo continuo de los fenómenos climáticos para entender mejor este proceso. En particular, si no empezamos a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera (tales como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y otros), las medidas de adaptación serán cada vez más costosas, e incluso se verán rebasadas. De hecho, por la misma inercia climática, mientras más tiempo tardemos en comenzar la reducción de emisiones, más estrictas tendrán que ser las medidas para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera.

La mitigación del cambio climático comprende introducir medidas, políticas y nuevas tecnologías para evitar que las emi-





**Gráfica 2.** Proyecciones de aumento en la temperatura en los distintos escenarios de emisiones del IPCC. Como puede observarse en la gráfica de la derecha, aun si las concentraciones de GEI se mantuviesen constantes en su valor del año 2000, los modelos indican que existiría un aumento en la temperatura a fin de siglo de  $0.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ . La estimación esperada, del escenario B1 (más optimista), indica un incremento de  $1.8^{\circ}\text{C}$  en un rango de  $1.1 - 2.9^{\circ}\text{C}$ , mientras que en el escenario A2 (más pesimista) el aumento esperado es cercano a  $3.3^{\circ}\text{C}$ , en un rango de  $2.0 - 5.4^{\circ}\text{C}$ . (IPCC, AR4). Cada hilera de mapas en la gráfica izquierda representa un escenario climático, la primera hilera, de bajas emisiones, la tercera de altas emisiones. A la izquierda se muestran los aumentos de temperatura esperados para la década 2020-29 y a la derecha los aumentos para la década del 2090-99.

siones de GEI continúen aumentando (IPCC, 2007). Existe un cierto consenso en el ámbito científico acerca de que el umbral máximo para evitar riesgos inaceptables del cambio climático estaría entre  $1.5$  y  $2^{\circ}\text{C}$  de calentamiento, lo cual correspondería a unas 350 a 440 ppm de concentraciones equivalentes de  $\text{CO}_2$  (gráfica 2).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Se ha estimado que un doblamiento de la concentración de  $\text{CO}_2$  derivaría en un calentamiento de  $2$  a  $3^{\circ}\text{C}$ , pero se sabe que en el sistema climático existen puntos de quiebre, que incluyen cambios irreversibles como el derretimiento de los glaciares de Groenlandia y la Antártida, mientras que otros cambios pueden derivar en efectos catastróficos para el planeta, como el desaceleramiento del flujo transportador de calor entre los océanos, que podría detener la corriente marina del Golfo, por ejemplo. No hay que olvidar que incluso antes de que se presente un problema serio existe una cascada de problemas potenciales que se tendrían que atender.

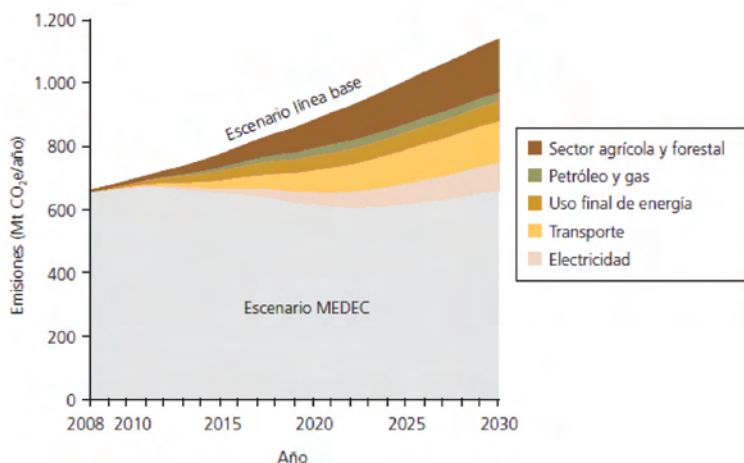
Para lograr este objetivo, es vital que todos los países colaboren proporcionalmente a sus responsabilidades para que globalmente logremos reducir las emisiones de GEI por lo menos hasta la mitad de su valor actual en los próximos 15-20 años, con el fin de llegar a un 80% de reducción para la segunda mitad del siglo XXI.<sup>3</sup> Un conjunto amplio de estudios muestra que de hecho existe una ventana de oportunidad para lograr esta meta, siempre y cuando se comience inmediatamente con acciones concretas para lograr varios cambios estructurales o “transiciones”, particularmente en cuanto al uso de energía, recursos forestales y agricultura (IPCC, 2007).

Específicamente necesitamos pasar de un patrón energético en el que domina el uso de combustibles fósiles (México por ejemplo, depende en más de 90% de estos energéticos para satisfacer sus necesidades de energía) a otro basado en el uso de recursos renovables como la bioenergía, energía solar, eólica y geotérmica, entre otras. Es crítico también revertir la pérdida de bosques, que actualmente alcanza alrededor de 13 millones de hectáreas al año a nivel global —una superficie equivalente a todo el estado de Aguascalientes—, mediante el manejo sustentable de las áreas existentes e impulsar la restauración y reforestación de áreas degradadas. Finalmente, debemos impulsar un modelo alternativo o “agroecológico” de agricultura que no dependa del uso intensivo de agroquímicos y pesticidas ni propicie una expansión de la ganadería extensiva, sino por el contrario, que permita una integración armónica de los distintos usos del suelo, paisajes en mosaicos y una producción de alimentos y fibra sana, que sea respetuosa del ambiente.

### *México ante el cambio climático*

La ubicación geográfica y política de México hacen al país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. Asimismo, las últimas evaluaciones internacionales lo posicionan en el catorceavo lugar entre los mayores emisores de GEI (Semarnat, 2009). Por lo tanto, debe tener un papel protagónico tanto en

<sup>3</sup> Por ejemplo, el último análisis mundial de mitigación del IPCC nos dice que para reducir en 50% las emisiones en 2030 se requieren medidas hasta de 200 dólares/tCO<sub>2</sub>eq.



**Gráfica 3.** En un estudio económico muy detallado del Banco Mundial, se establece que México podría virtualmente mantener el nivel total de emisiones actuales mediante una serie de acciones de mitigación costo-efectivas o de bajo costo entre 2008-2030. La gráfica muestra la evolución de las emisiones de seguir la tendencia actual (escenario de base) y las reducciones que se lograrían para cada sector de seguir un escenario de mitigación de emisiones (escenario MEDEC) (tomado de MEDEC, 2009).

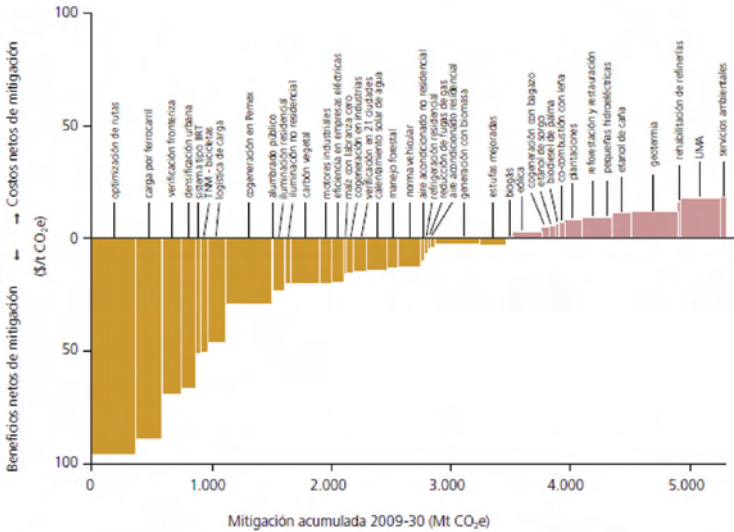
negociaciones internacionales como en acciones concretas a nivel local. De hecho, a pesar de estar comprendido dentro del grupo de países que no tienen obligación de reducir sus emisiones como parte del Protocolo de Kioto, México ha expresado ya su compromiso de reducir 30% sus emisiones de GEI a la atmósfera por debajo de lo proyectado para el año 2020. De hecho, como ha sido confirmado por un conjunto amplio y detallado de estudios, existe todo un abanico de alternativas que nos permitirían simultáneamente hacer frente al cambio climático y resolver varias prioridades de desarrollo sustentable del país (SENER, 2006; GERMEX, 2008, MEDEC, 2009) (gráfica 3).

### *Medidas de Mitigación*

Aunque claves para paliar los efectos del cambio climático, las medidas de adaptación por sí solas son insuficientes para hacer frente a este problema. Por ello, es urgente acelerar una transi-

ción de la matriz productiva del país hacia un modelo económico de bajas emisiones. Esto implica, como mencionamos antes, promover transiciones en los sectores energético, agrícola y forestal, e integrar en ellas, como un aspecto fundamental, el desarrollo social y regional. Entre las acciones más importantes que urge promover, tenemos:

- *La transición hacia las energías renovables y el uso eficiente de la energía.* Necesitamos políticas e incentivos claros para la construcción de una base energética limpia, eficiente, segura y más equilibrada para el futuro del país. Existe todo un conjunto de medidas de mitigación relacionadas con el uso eficiente y conservación de energía, mismas que repre-



**Gráfica 4.** De acuerdo con el Banco Mundial (MEDEC, 2009) el potencial de mitigación del país con todas las opciones se estima cercano a las 5300 MtCO<sub>2</sub>eq. De estas opciones, unos 3,500 MtCO<sub>2</sub>eq corresponde a medidas que tendrían un costo negativo (es decir es más beneficioso realizarlas que no hacerlas), mientras que para las opciones con costo de hasta 20 US\$/tCO<sub>2</sub>eq, el potencial de reducción hasta 2030 es de unos 2,000 MtCO<sub>2</sub>e adicionales). El eje vertical indica el beneficio/costo económico de cada medida de mitigación, mientras que el eje horizontal representa la reducción de emisiones acumuladas en 2008-2030. Tomado de MEDEC (2009).



**Gráfica 5.** Existen muchas alternativas para reducir las emisiones de GEI y a la vez resolver otras necesidades (de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha): aprovechamiento de 720 MW en el campo geotérmico de Cerro Prieto, Baja California; estufas eficientes de leña para uso doméstico rural, México; captura de biogás en establo (Alemania); red de transporte público mejorada, México, DF; planta de manejo integral de desechos (Suecia).

sentan el potencial de mitigación más costo-efectivo en el corto plazo (gráfica 4 y gráfica 5). Estas medidas podrían reducir la demanda de energía proyectada en 20% (2030) y en 50% (2050). Por otra parte, contamos con un gran potencial en energías renovables (ER), como la solar, eólica, bionería y geotérmica, para cubrir la demanda resultante con ER en 35% (2030) y en 60% (2050) (AFMA, 2008 y GerMx, 2008). Para lograr estos objetivos se requiere de apoyo institucional, esquemas flexibles que permitan descentralizar el suministro, diversificar escalas, tecnologías y actores. Se requieren además incentivos fiscales y fórmulas de financiamiento e inversión estables para apoyar la eficiencia energética, los métodos anticontaminantes, los proyectos de autogeneración y el desarrollo tecnológico de ER.

- *Un sistema de transporte alternativo.* En el transporte, es necesario construir redes eficientes de transporte público, promover el uso de vehículos más eficientes y mejores com-

bustibles y, al mismo tiempo, evitar los subsidios directos e indirectos al uso de combustibles fósiles. Varias de las opciones de transporte público son sumamente costo-efectivas, como lo muestra la gráfica 4. Debemos también diseñar de manera diferente la expansión de los centros urbanos para reducir las necesidades del transporte individual y reducir también los traslados internos de sus habitantes.

- *Un uso sustentable de nuestros bosques y zonas agrícolas.* La conservación y recuperación de la cobertura forestal y el manejo sustentable de los suelos agrícolas podrían considerarse como estrategias de seguridad nacional para México por sus impactos en la biodiversidad, seguridad alimentaria y el mismo cambio climático. Existe una gran expectativa en este ámbito desde hace más de una década por ser uno de los sectores que además de mitigar GEI puede capturar carbono atmosférico, por lo que debemos trabajar mucho más de cerca con las comunidades rurales —que manejan y resguardan el 80% de los bosques de México (equivalentes al 61% del territorio nacional). Asimismo, es clave trabajar para encontrar alternativas de manejo forestal y eliminar la deforestación sistemática, que actualmente alcanza 351,000 hectáreas al año, mediante el manejo sustentable de bosques y selvas, actividades con un alto potencial de mitigación como lo muestran las gráficas 3 y 4. Existe también el potencial de restaurar 280 mil hectáreas al año en suelos degradados, mediante proyectos de restauración, reforestación y establecimiento de plantaciones forestales y agroforestales (MEDEC, 2009).
- *Un sistema alimentario agroecológico.* La agricultura y la ganadería dependen cada vez más de fertilizantes, agroquímicos y de mayores insumos de agua y energía para mantener su rendimiento. Asimismo, existe cada vez una mayor desconexión entre los productores y los consumidores de alimentos, lo que propicia grandes desperdicios en el transporte, refrigeración y empaquetado de los alimentos. Deben promoverse estrategias agroecológicas —como métodos agrícolas de labranza mínima, sistemas diversificados, y control biológico de plagas, así como sistemas locales de insumo-producto. Todas estas alternativas ya se están implementando en el país, pero faltan más apoyos en investigación tecnológica, extensión agrícola y políticas públicas de largo plazo para que puedan masificarse.

*Hacia una estrategia integral de largo plazo: enfrentar el cambio climático y avanzar en las prioridades de desarrollo sustentable*

Tanto a nivel mundial como en México es indispensable que las distintas estrategias para enfrentar el cambio climático permitan resolver las necesidades más apremiantes de la sociedad, y que los recursos se integren en un plan de transición hacia la sustentabilidad, con visión de largo plazo. Una verdadera estrategia climática debe verse como una oportunidad para un cambio de modelo de desarrollo, socialmente más justo, con nuevas formas de abastecerse de energía, mayor seguridad alimentaria, mejor calidad de vida y un manejo sustentable de los recursos naturales (gráfica 6).

Por ejemplo, será muy importante desarrollar un nuevo modelo de movilidad dentro de las ciudades y de crecimiento urbano; redes descentralizadas para producir y distribuir la energía; industria y transporte menos contaminantes. Es importante



**Gráfica 6.** El amplio portafolio de nuevas opciones tecnológicas y de política pública, así como la transición a un estilo de vida basado en las tres Rs (reducir el consumo y las desigualdades, reciclar y reutilizar) hacen posible que una estrategia climática esté ligada a principios de sustentabilidad.



también revisar nuestros “estilos de vida” a fin de modificar hábitos de consumo suntuario y excesivo, y realizar un verdadero manejo integral de los desechos. Deben reducirse las desigualdades a fin de reducir el sobreconsumo en las capas pudientes y el deterioro de recursos por pobreza en los sectores marginados.

En suma, encontrar soluciones efectivas al problema del cambio climático global pasa por revisar a fondo y de manera integrada aspectos científicos, técnicos, económicos, políticos y éticos, con una gama amplia de actores sociales. Implica asimismo generar estrategias innovadoras (y por supuesto mucho más efectivas que las actuales) de comunicación-acción con un conjunto amplio de actores sociales. En nuestro caso particular como científicos, se requiere una nueva aproximación que fortalezca los enfoques interdisciplinarios y sistémicos; que busque un entendimiento multiescalar e integrado de los problemas y que esté basado también en la participación y comunicación con los diferentes actores sociales. El reto es ciertamente enorme, pero no debemos caer en el fatalismo, los grandes problemas son también grandes oportunidades para crear un nuevo modelo de relación entre el ser humano y la naturaleza.

## Referencias

- AFMA. 2008. *Research Report 364 01 003, Proposals for contributions of emerging economies to the climate regime under the unfccc post 2012*, Germany: Germany Government.
- GERMX. 2008. *Energy [R]evolution for Mexico*. México: Greenpeace México y Sven Teske.
- IPCC. 2007. *Cuarto Reporte de Evaluación* (4th. Assessment Report AR4). Londres: Cambridge University Press.
- MEDEC. 2009. *Medec México: Estudio para la Disminución de Emisiones de Carbono*. México: Banco Mundial.
- SEMARNAT. 2009. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (CMNUCC). México: Semarnat.
- SENER. 2006. *Energías Renovables para el desarrollo sustentable en México*. México: SENER.



### Sitios recomendados

Para profundizar más sobre el tema del cambio climático global se puede consultar el sitio del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, que es la máxima autoridad mundial en la materia ([www.ipcc.org](http://www.ipcc.org)), y el sitio del Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente ([www.unep.org](http://www.unep.org)). El sitio del Instituto Nacional de Ecología ([www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)) presenta una perspectiva muy completa de la situación de México en el contexto del cambio climático global e incluye los inventarios nacionales de emisiones, el Plan Nacional de Acción Climática, así como referencias a trabajos sobre impactos y estrategias de mitigación del cambio climático.



## Colaboradores

### *Cecilia Conde*

Doctora en Ciencias de la Tierra, con especialidad en Física de la Atmósfera, por la UNAM. Es investigadora del Centro de Ciencias de la Atmósfera de esa misma casa de estudios y ha coordinado proyectos relacionados con los impactos del cambio climático en México. Actualmente, es autora líder para el 5° Informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, de las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial.

### *Manuel Ángeles Villa*

Profesor-investigador del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), desde 1990. Su tesis doctoral en el posgrado en Relaciones Transpacíficas de la Universidad de Colima versa sobre las especificidades del desarrollo de las economías pequeñas. Además de la mencionada, sus líneas de investigación incluyen la relación entre economía y medio ambiente, desarrollo regional, y modelos matemáticos lineales y no lineales aplicados al análisis económico. Actualmente funge como coordinador de la maestría en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de la UABCS, y es revisor experto del Informe sobre Cambio Climático y Eventos Extremos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC). Es autor principal en la elaboración del 5° Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas. Correo-e: manan@uabcs.mx

### *Alba E. Gámez*

Profesora-investigadora del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) desde 2000. Doctora en Relaciones Internacionales (Universidad de Essex,

GB). En 2005-I, y en 2008-2009 fue profesora visitante en la Universidad Estatal de San Diego (SDSU, California), y de 2005 a 2007 fungió como titular de la Dirección General de Apoyo Académico en la UABCS. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT desde 2001. Ha participado en diferentes proyectos de investigación, impartido clases y publicado extensamente en áreas relacionadas con la apertura comercial y el sector externo, y estrategias de desarrollo y crecimiento del sector turismo. Es autora principal del 5º Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas. Correo-e: [agamez@uabcs.mx](mailto:agamez@uabcs.mx)

### *Úrsula Oswald Spring*

Investigadora del CRIM de la UNAM y ganó la cátedra sobre Vulnerabilidad Social en el Instituto de Seguridad Ambiental y Humana de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-EHS). Fue la primera Secretaria de Desarrollo Ambiental y Procuradora de Ecología (1992-1998). Ha sido presidenta de la Asociación Internacional de Investigación para la Paz y secretaria General del Consejo Latinoamericano de Investigación para la Paz. Estudió medicina, psicología, filosofía, lenguas, antropología y ecología. Ha publicado 45 libros y 365 capítulos de libros y artículos científicos. Recibió múltiples premios y es autora principal en el Informe Especial y en el 5º Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la ONU. Además, colabora con movimientos campesinos, de mujeres y ecologistas.

### *Blanca Elena Jiménez Cisneros*

Ingeniera ambiental con doctorado en tratamiento y reuso de agua, y perito del Colegio de Ingenieros Ambientales de México. Investigadora del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Imparte la cátedra de Contaminación Ambiental. Entre sus libros se encuentran *La Contaminación Ambiental en México: Causas Tecnologías y Efectos* (Limusa); *El Agua vista desde de la Academia* (Academia Mexicana de Ciencias), *Water Reuse International Survey* (IWAP) y *Urban Water: Managing Risks* (UNESCO). Es nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores y, entre otros premios, recibió el

Premio Nacional de Ciencias y Artes 2009, Premio Universidad Nacional 2008, Premio Nacional al Mérito Ecológico 2006 y The Royal Order of the Polar Star. Fue presidenta del Colegio de Ingenieros Ambientales de México y de la Federación Mexicana de Ingeniería y Ciencias Ambientales.

*María Inés J. Navarro González*

Matemática con Maestría en Ciencias con Especialidad en Sistemas Ambientales. Técnica académica en el Instituto de Ingeniería, UNAM. Sus investigaciones se enfocan a la evaluación de riesgo para la exposición humana a organismos patógenos, compuestos orgánicos/inorgánicos, así como para los nuevos compuestos emergentes (fármacos y disruptores endócrinos) en diferentes matrices (agua potable, agua residual, cultivos, suelo, lodos). Participa en la formación académica a través de la dirección de tesis. Cuenta con publicaciones en revistas arbitradas internacionales y es coautora de capítulos en libros de circulación internacional. En 2004, recibió el Premio OPS al mejor trabajo técnico presentado en el Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS).

*Xóchitl Cruz Núñez*

Química y maestra en Ciencias por la Facultad de Química de la UNAM. Fue investigadora en el Instituto Mexicano del Petróleo en modelación de la calidad del aire. Posteriormente se desempeñó en los gobiernos del DF y el Estado de México en las áreas de transporte, impacto ambiental y políticas públicas. Actualmente trabaja en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM en el área de inventario de emisiones, tanto de contaminantes criterio, como de gases de efecto invernadero, fuentes clave y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, calidad del aire y mecanismos de la química atmosférica. Es autora líder del 5º Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.

### *Gian Carlo Delgado Ramos*

Economista egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestro y doctor en “Ciencias Ambientales” por la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Investigador de tiempo completo del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. Autor de diez libros y de un centenar de capítulos en libros y artículos publicados en revistas profesionales y de divulgación. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT y autor líder en el 5° Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.

### *Fernando Aragón-Durand*

Fernando Aragón-Durand es biólogo por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, maestro en desarrollo urbano por El Colegio de México y doctor en Estudios de Planeación y Medio Ambiente por la University College London. Su tesis doctoral analiza la construcción social de los desastres “naturales” y del riesgo en las políticas públicas en México en su dimensión discursiva. Es integrante del Programa Lead del Colegio de México. Desde hace más de 15 años se ha desempeñado como consultor en cuestiones de riesgo, vulnerabilidad, desastres y políticas públicas para diversas instituciones en México. Actualmente trabaja en el Centro Mario Molina coordinando el programa de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Es miembro del grupo de expertos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) para la elaboración del 5° reporte de evaluación, en particular el capítulo sobre adaptación de ciudades al cambio climático.

### *Ana Rosa Moreno Sánchez*

Bióloga egresada de la UNAM. Maestría en “Ciencias en ecología humana y salud” por la Universidad de Texas, EUA. Desarrollo profesional en salud ambiental en el sector oficial, sector académico y en organismos internacionales. Asesora nacional e internacional en salud ambiental, comunicación de riesgos, y

en cambio climático y salud. Coautora del Reporte *Estado Mundial del Medio Ambiente* (GEO-4 Global), del Reporte GEO-4 América Latina y el Caribe, y del Reporte GEO-Salud del PNUMA. Desde 1995 forma parte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas.

#### *Antonina Ivanova*

Profesora-investigadora en el Departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) e integrante del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Desde 2002 es coordinadora del Centro de Estudios Acuerdo de Cooperación Económica del Pacífico, por sus siglas en inglés (APEC) de Baja California Sur. Fue secretaria del Consorcio Mexicano de los Centros de Estudios APEC para el periodo 2007-2009. Desde 2008 es representante de México ante el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) y vicepresidenta de su Grupo de Trabajo III. Sus intereses de investigación versan sobre la relación entre el comercio, turismo, medio ambiente y cambio climático, temas sobre los cuales ha publicado 12 libros y más de 80 artículos en revistas como *Global Economy* y *Journal of Social Science*.

#### *Carlos Gay García*

Doctor en Astrogeofísica por la Universidad de Colorado en Boulder. Desde 1982 es Profesor de asignatura B de la Facultad de Ciencias e Investigador titular en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, del cual fue director de 2001 a 2009. Fue coordinador del proyecto Estudio de País que consistió en el primer estudio de gran escala sobre los posibles impactos del cambio climático en México. Durante el periodo 1995-1999 fue Director General de la Unidad de Cooperación y Acuerdos Internacionales del Instituto Nacional de Ecología. En ese periodo fue jefe de la delegación mexicana en las negociaciones internacionales de clima. Coordinó el capítulo sobre América Latina del Cuarto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) publicado en el año 2007. Coordina el Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM, autor en el capítulo

sobre Norteamérica para el Quinto Informe del IPCC. Presidente del Consejo Consultivo de Cambio Climático de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Gobierno Federal (México).

*José Clemente Rueda Abad*

Maestro en Estudios Políticos y Sociales por la UNAM. Ha colaborado en el Colegio Nacional de Economistas y la Asociación de Egresados de la Facultad de Economía de la UNAM. Ha publicado sobre ventanas de oportunidad para los científicos sociales en el problema del cambio climático. En el ámbito académico ha impartido cursos de actualización docente para profesores de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales a nivel licenciatura en el tema de cambio climático, así como seminarios sobre el mismo tema en el Senado de la República. Es Coordinador operativo del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM.

*Omar Masera*

Investigador titular del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, Campus Morelia, donde dirige el Laboratorio de Bioenergía. Realiza investigaciones en las áreas de cambio climático, bioenergía e innovación tecnológica rural. Miembro del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y la Academia Mexicana de Ciencias, actualmente es presidente de la Red Mexicana de Bioenergía, colabora regularmente con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y otras organizaciones internacionales. Su producción científica incluye un total de 140 publicaciones de investigación científica y 43 de divulgación y de tipo técnico. Ha recibido varios reconocimientos incluyendo el Premio Nobel de la Paz, en 2007, como parte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el Premio Nacional de Investigación para Jóvenes Científicos, en el área de investigación Tecnológica, de la Academia Mexicana de Ciencias en el año 2000, y el Premio Internacional Ashden Awards a la Energía Sostenible, en el 2006.



*Alberto Salazar*

Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México, egresado del Instituto de Ciencias Físicas, Cuernavaca, Morelos. Se especializa en diversos temas del área de Sistemas Complejos y Física Estadística. Ha realizado estancias académicas en el Instituto Niels Bohr (Dinamarca) y en la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica). Es miembro del grupo de trabajo de Energía y Cambio Climático en la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad.

*René D. Martínez Bravo*

Es egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tiene grado maestría en Ciencias Biológicas por esa misma casa de estudios. Es coautor de varios artículos científicos y capítulos de libros sobre el sector forestal y sus implicaciones en el cambio climático. Ha formado parte de los grupos de trabajo de los últimos tres inventarios nacionales de GEI (Gases de Efecto Invernadero) del sector USCUSys (Uso de Suelo. Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura). Es integrante del Roster de expertos en la elaboración de inventarios bajo las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Su adscripción actual como personal académico, es en el laboratorio de Bioenergía en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO-UNAM).



## Índice analítico

### A

- Acuerdo de Copenhague 202–207, 210
- adaptación 27–31, 57–59, 62, 71, 92–93, 139–140, 142–143, 145, 147–150, 164, 166, 168, 173, 177–179, 181, 183–184, 191–193, 196–197, 201, 203–207, 211–212, 215
- aerosoles 23
- agentes perturbables 141
- agricultura agroecológica 211
- agua 83, 84, 85, 86, 87, 89–95
  - potable 155
- alergenos 160
- amenaza natural 142, 143
- amenazas 56, 70
- anclaje 64
- áreas monofuncionales 126
- asentamientos
  - humanos 62, 71
  - ilegales 112
  - urbanos 55
- Atlas de Riesgos de Desastres 148

### B

- Baja California Sur 35, 41, 45–46
- barrios “verdes” multifuncionales 129
- bien común 134
- biocombustibles 61, 72
- biodiversidad 60, 61, 69, 71, 75
- bioeconomía 111, 113, 118
  - urbana 111, 118

### C

- calentamiento global 17, 22
- cambio 153–161, 163–169, 171–173
- cambio ambiental 154
  - global 51, 59–60, 62, 67
- cambio climático 51, 53, 55, 57–61, 65–67, 69–71, 80, 111–112, 114, 118, 121–122, 126–129, 134–135, 139–143, 145, 147–150, 153–161, 163–169, 171–173, 177–179, 181, 183–184, 186, 190–194, 211–215, 218–221

- cambio global 154
- campo mexicano 52
- capacidades adaptativas 31, 144
- capital financiero 53
- captura de carbono 61
- catástrofes naturales 160
- ciclo de vida 113
- Cinco más 103
- circulación meridional de retorno 24
- ciudades 139, 150
  - ecológicas 130
  - resilientes 130–131
- ciudad sustentable 118
- civilización 69
- Código de Edificación de Vivienda 126
- colapso 130
  - de la civilización 69
- colectividades 147
- combustibles fósiles 17, 25, 27, 99, 108
- comunicación del riesgo 147, 148
- comunicaciones nacionales 103
- comunidad de gestión pública del cambio climático 140
- concentraciones de partículas 159
- conflictos
  - por agua, vivienda, trabajo y bienestar 67
  - sociales 62
  - violentos 66–67, 70
- consecuencias societales 59, 61
- conservación de suelos 52
- construccionismo social 147
- contaminación 51, 60, 71, 90–91
  - de aguas 158
- contaminantes atmosféricos 155, 159
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 29–30, 195
- cultura 51–52, 55–57, 62–63, 67, 71–74
  - de la seguridad 149
  - de prevención 51, 55

## **D**

- deforestación 17, 25

- deforestación 51
- degradación
  - ambiental 51, 53, 66
  - de los materiales 114
  - de recursos 67, 70
- dengue 156, 165, 170, 172-173
- deportaciones masivas 52
- desastres 139, 140-145, 147-150
  - naturales 63, 66, 155, 160
- descomposición social 53
- desertificación 51, 60-61, 66, 71, 75-76
- deslizamientos de tierras 61, 65
- desnutrición 51, 52, 66
- dióxido de carbono equivalente 105
- diplomacia climática 195-196, 198, 207-208
- discriminación
  - de género 64
  - institucional 68
- disipación de la energía 114
- disponibilidad del agua 84, 86, 91, 93
- distribución del poder 147

## **E**

- ecociudades 131
- ecoeficiencia 127
- ecología urbana 113
- economía
  - de la entropía 114
  - del Cambio Climático 177
- ecópolis 130, 131
- ecosistemas 52, 60-62, 67, 71-72
- ecosistemas áridos y semiáridos 52
- educación 51, 70
- efecto
  - invernadero 195, 202, 207
  - isla de calor 128
- efectos 53, 57, 59, 60, 65, 76
- El Niño/Oscilación del Sur 24
- emisiones
  - de CO<sub>2</sub> 103, 105
  - de gases de efecto invernadero 206-207

- sectoriales 104
- endosomático 115
- energía renovable 99, 211
- enfermedad(es) 51, 66
  - curables 66
  - de Chagas 156
  - diarreicas 155, 159
  - gastrointestinales 158
  - infecciosas 161, 165
  - pulmonar obstructiva crónica 160
  - respiratorias 159, 160
- entropía 114–115, 129
- epidemias 38
- erosión 59, 61
- escasez 59, 60, 67, 85, 87, 94
- escenarios climáticos 26
- escenarios de causa-cambio-impacto 143
- espacios verdes 131
- Estado fallido 66, 70
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres 145
- estratosfera 22
- evaluación
  - de los ecosistemas del milenio 153
  - y gestión de riesgos 168
- eventos
  - extremos 35–38, 45
  - hidrometeorológicos extremos 53, 55, 58–59, 65, 69, 161, 163
- exosomático 115, 117
- exposición a sustancias peligrosas 161

## **F**

- factores climáticos 158
- falta de higiene 155
- falta de oportunidades de trabajo 51, 55
- feminidad 63
- fenómenos hidrometeorológicos extremos 148
- fiebre amarilla 157
- financiamiento 203–206
- flujo
  - de materiales y de energía 112

metabólico 113  
fuentes renovables 108  
funcionalidad natural 61

## **G**

gases criterio 107-108  
GEI 212-215, 218  
gestión pública 139-142, 145  
globalización regresiva 51  
gobernanza 132  
gobernanza participativa 55, 67, 72-73  
grandes ciudades 107  
Grupo de Trabajo de Largo Plazo 197  
guerra 53, 59, 63, 65-67, 70, 71-73

## **H**

hambrunas 59, 62, 69  
HUGE 53, 56-57, 69, 73, 78-79  
huracanes 35-36, 38-39, 41, 43

## **I**

identidad 53, 63-64  
    de género 53, 63  
impactos 57, 59, 62  
    directos 179, 184, 192  
    indirectos 180  
incendios forestales 61  
índice de intensidad de uso 85  
inequidades 166  
inercia climática 212  
inestabilidad 53  
Informe Stern 177, 193  
infraestructura 139, 141, 144, 148  
inseguridad pública 51, 53, 66, 70  
interrelaciones 53, 55, 62, 66, 68, 69  
introducción de tecnologías limpias 99  
inundaciones 36-39, 41-43, 60-61, 65, 70-71, 158, 160-161,  
    165  
inventario de emisiones 103-104, 107-108

## **L**

leptospirosis 157-158, 170, 174-175

Ley de la Entropía 114

Ley de Vivienda 126

lluvias

extremas 163

torrenciales 60, 65

## **M**

manejo de los recursos naturales 57

mapas de riesgos 168

Marco de Acción de Hyogo 145, 147, 149

masculinidad 63

medio rural 51, 55

megacatástrofe 208

megaciudades 108, 112

megaurbanismo 133

mercado de trabajo 53, 70

metabolismo urbano 118, 121

migración 51-52, 55, 59, 62, 67-68

migración forzada 59, 67

Millennium Ecosystem Assessment 59, 77, 80

mitigación 30-31, 36, 45, 47, 111-113, 128-129, 133, 168-169, 177-179, 183, 186-188, 190-191, 193, 197, 203-204, 206-207, 211-212, 214-218, 221

mochila socio-ecológica 117

modelo

neoliberal 51

PEISOR 53-54, 59, 68

mortalidad 157-158, 161, 163-164, 166

movilidad 107-109

mujeres 155, 168

## **N**

narcotráfico 53, 65, 70, 73

negociación 67, 72

niños 155, 159-160, 165, 168

nuevo urbanismo 129-130

## **O**

objetivación 64



ocupación del territorio 60  
ondas de calor 163, 164  
ordenamiento territorial 111, 118, 122, 126, 129  
Organización Mundial de la Salud 153–154  
Organización Panamericana 155  
orografía 57  
Oscilación Decadal del Pacífico 25

## **P**

países 98–100, 103–104, 108  
países Anexo 198, 203  
paludismo 155, 165, 172  
pandemia 166, 175  
Panel Intergubernamental para el Cambio Climático 17  
partículas suspendidas 108  
patrimonio 63, 67–68, 73  
patrón  
    de lluvia 60  
    energético 214  
peligros específicos 56, 65  
pérdida de fertilidad del suelo 60  
pesticidas 52, 55  
Plan de Acción de Bali 195, 197–198, 202–203, 205, 207–208  
planeación urbana 111–112, 128, 132  
planificación  
    energética 114  
    urbana 126  
población mundial 60, 72  
pobres 155, 165, 168  
pobreza 111, 122, 129  
policéntricas 131  
política pública 140, 142–145, 149  
políticas 212, 216, 218  
    gubernamentales 57, 72, 73  
    neoliberales 124  
    proactivas 69, 70  
    públicas 45, 47, 55  
post-desastre 61  
prácticas  
    agropecuarias 60  
    ancestrales 62

precipitaciones 52  
presas 57–58  
presión 60, 61, 70  
    por el recurso 87  
prevención 140–144, 148–149  
prevención de desastres 71, 140, 141–144, 148–149  
principio precautorio 30  
proceso entrópico 114, 115  
procesos  
    políticos 62  
    socio-productivos 60  
pronósticos 24, 25, 26  
Protocolo de Kyoto 100, 196–198, 202–207  
proveer 61  
puntos de ruptura en la naturaleza 71

## **R**

radiación solar 23, 25  
recuperación 58, 61, 62  
reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero  
    108  
reducción del consumo 99  
reforzamientos 53  
regulación 51, 61  
relaciones sociales materiales e inmateriales 67  
relación habitante/vehículo 107  
representaciones sociales 53, 63–65, 74  
resiliencia 45, 55, 57, 59, 62, 70–71, 139, 149  
responsabilidad compartida 99  
retroalimentaciones 53, 55, 66–68  
reuso 89  
revolución verde sustentable 55, 71–72  
riesgo 56–57, 59, 61–63, 66, 69–70, 75, 139–145, 147–150  
    meteorológico 145, 148  
rinitis alérgica 160

## **S**

salud 51, 56, 61, 153–158, 160–161, 163–170, 172–173  
    humana 153, 166, 168, 173  
    mental 161, 168  
saneamiento 153, 155

seguridad 51, 53, 55–57, 59, 63, 66, 69–70, 72–73, 78–79, 81  
    ambiental 53, 57  
    de género 53, 57, 63  
    humana 53, 56, 57, 69, 73  
seguritizan 56  
sequía(s) 37–39, 52, 57, 60–61, 69, 70, 75–76, 160–161  
servicios ambientales 51, 60–62, 71  
servicios hidráulicos 83  
sistema  
    climático 22, 24–25  
    de Alerta Temprana 163, 174  
    de Información de Alerta Temprana 165  
*slums* 123, 135  
sobreexplotación de suelos y aguas 51  
sobrefertilización 52  
sociales 139  
*stock* de energía 114  
subsistencia 52, 61  
supervivencia 56, 61, 66, 70

## **T**

tecnología 188, 189, 197, 204  
tecnologías híbridas 108  
temperatura 97, 99  
    del planeta 97  
    terrestre y oceánica 97, 98  
    troposférica 97  
temperaturas extremas 60  
termodinámica 112, 114–115, 130  
tierras 52, 55, 61–62, 66–68  
Tierras 76, 79  
TLCAN 52  
tormentas 158, 161  
transmisión de enfermedades 155, 167  
transversalidad 68  
tratamiento de agua 91  
turismo 40, 41, 43, 48, 177–180, 183–184, 186–194

## **U**

urbanización caótica 51, 59, 61  
uso eficiente 89

**V**

vectores 155, 157, 158

ventana de oportunidad 211, 214

violencia 53, 57, 63-65, 67

visión

    compartida 197

    del mundo 55, 71-73

vivienda de bajo costo 124

vulnerabilidad 29, 31-32, 35-37, 42-43, 45-46, 48, 87, 95,  
111-112, 122, 126, 139-145, 148-149, 212

    de género 53

    de las personas ante el cambio climático 161

    humana 43, 45-46

    social 51, 57, 63, 65, 69

**Z**

zonas de alto riesgo 168



Este libro es producto del interés de poner a disposición del público en general, reflexiones y análisis académicos de cara a la celebración de la Conferencia de las Partes núm. 16 (COP16) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Ha sido posible por el apoyo y dedicación de académicas y académicos del país, especialistas en la temática y participantes, como autores o revisores, del 5to. informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de la ONU, mismo que se publicará en el año 2014.

La obra es una reflexión puntual de carácter divulgativo, frente al contexto actual de cambio climático cada vez más agudo y de implicaciones inciertas, pero algunas potencialmente negativas. La necesidad de informar, de expandir el diálogo crítico, interdisciplinario y constructivo, así como la urgencia de fortalecer la toma de decisiones y de acciones político-sociales, es uno de los principales objetivos de esta publicación.

