

Escenarios climáticos y procesos de adaptación



Valentina Davydova Belitskaya

Para definir las políticas de adaptación al cambio climático en México, el Instituto Nacional de Ecología, en conjunto con diversas universidades y comunidades científicas nacionales y extranjeras, ha promovido un estudio de la vulnerabilidad de nuestro país. Disponibilidad de agua, salud pública, impactos al sector energético, son áreas o factores prioritarios de este estudio.

Introducción

El cambio climático global que se registra actualmente a causa del incremento de los gases efecto invernadero es una de las preocupaciones supremas de la humanidad (Figura 1). El clima mundial se caracteriza cada vez más por el incremento de condiciones extremas como sequías, inundaciones, tormentas severas y olas de calor o de frío, entre otros. Asimismo, muchos países están experimentando regionalmente procesos de tropicalización y desertificación, cambio en el régimen de lluvia, factores que afectan directamente a sus economías. La evidencia de que estamos viviendo un cambio climático rápido incluye:

- Aumento del nivel del mar: ha aumentado de 15 a 30 centímetros en el siglo XX. El aumento en la última década es casi el doble del siglo pasado.
- Aumento de la temperatura global: las reconstrucciones más importantes de la temperatura global terrestre muestran que nuestro planeta se ha calentado desde 1880. La mayor parte de este calentamiento ha sucedido desde 1970, y los 25 años más calurosos han ocurrido a partir de 1981. Aunque la década del 2000 fue afectada por un declive en la emisión de calor solar, con su mínimo entre 2007 y 2009, las temperaturas de la Tierra continúan su aumento.
- Los océanos se calientan a causa de que han absorbido la mayor parte del aumento de calor. Como consecuencia, los 700 metros superiores de los



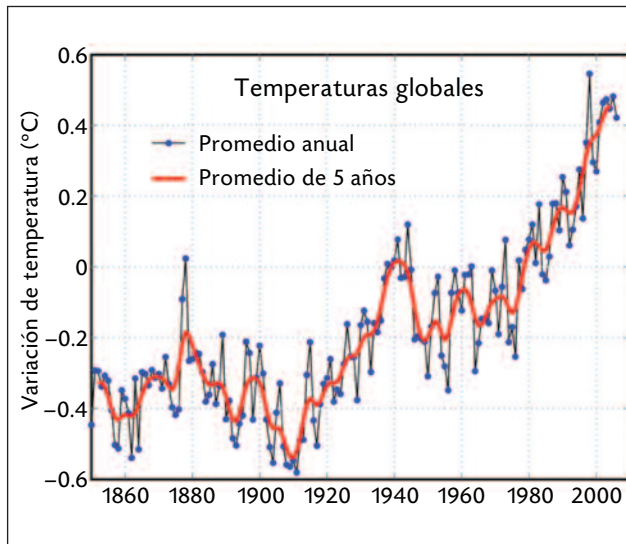


Figura 1. Temperaturas de la superficie terrestre de los últimos 100 años. Se observa un aumento de aproximadamente 0.8 °C, y que la mayor parte de este aumento se ha dado en los últimos 30 años.

océanos muestran un aumento de temperatura de aproximadamente 0.2 grados centígrados.

- Las placas de Groenlandia y la Antártida han disminuido su masa.
- Los hielos del Ártico disminuyen.
- Retroceso de glaciares en todo el mundo, incluyendo los Alpes, los Himalaya, los Andes y en Alaska, África y otros lugares.
- Eventos meteorológicos extremos: la cantidad de eventos de temperaturas extremas de calor en México han aumentado, mientras que los eventos de extremo frío han disminuido desde 1980-1990.
- Acidificación de los océanos: a partir de principios del siglo XX la acidez de las aguas superficiales de los océanos ha aumentado en un 30 por ciento, como resultado de la absorción del dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, uno de los principales gases de efecto invernadero que ha aumentado debido a las emisiones humanas.

El anunciado incremento de la temperatura global durante el siglo XX se manifiesta de diversas formas en diferentes regiones geográficas, igual que los impactos climáticos que ocasiona.

Para poder evaluar estas manifestaciones se requiere conocer muy a detalle el clima regional y su variabilidad. Afortunadamente, en los últimos tiempos, el ser humano ha avanzado mucho en la comprensión y modelación del sistema climático. Se han desarrollado Modelos de Circulación General de Atmósfera y Océano (MCGAO), que corren en supercomputadoras, y que nos están permitiendo hacer cada vez mejores proyecciones del clima.

También en estos últimos años hemos aprendido a ver al sistema tierra-atmósfera como un sistema muy complejo, donde las diferentes fuentes de incertidumbre inherentes a los procesos de observación, procesamiento, las suposiciones que adopta el modelo respecto a los procesos físicos que aún desconocemos, y propia modelación en computadora, conducen a diferentes escenarios, cada uno de los cuales es una realidad plausible a futuro.

Concepto de escenarios

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los *escenarios* son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la Tierra puede cambiar en el futuro. Es, además, una representación probabilística que indica cómo se comportará posiblemente el clima en una región, durante una cierta cantidad de años, tomando en cuenta datos históricos y usando modelos matemáticos de proyección, generalmente para precipitación y temperatura.



Es importante que los usuarios de esta información entiendan que los escenarios climáticos son posibilidades o situaciones, y que no se los debe confundir con pronósticos. Los escenarios climáticos nos muestran qué puede suceder si seguimos una cierta proyección de incremento en la concentración de gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera, y por ello resultan poderosas herramientas para los tomadores de decisiones.

La proyección de concentraciones de gases de efecto invernadero son llamadas *escenarios GEI*, y contemplan diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del mundo. Éstos se clasifican en cuatro familias (Figura 2).

La familia de escenarios **A1** describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante.

Esta familia de escenarios se desarrolla en tres grupos, que describen distintas direcciones posibles del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos **A1** se diferencian entre sí por su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (**A1FI**), utilización de fuentes de energía de origen no fósil (**A1T**), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (**A1B**).

La metodología empleada para la construcción de escenarios varía de acuerdo con el propósito de la evaluación. A pesar de que existen muchas metodologías para generar escenarios climáticos, en la actualidad todas ellas indican un aumento en la temperatura anual promedio de la Tierra (Figura 3).

Por muchos años, los escenarios han sido utilizados por los gobiernos en los ámbitos empresariales y militares como base para la planeación estratégica. Estos escenarios socioeconómicos proporcionan un marco para el pensamiento estructurado sobre cómo el futuro se puede desenvolver. La construcción de escenarios climáticos nos da una idea de cómo se comportará el clima en un futuro, de cuánto podría aumentar la



Figura 2. Las cuatro familias de escenarios de gases de efecto invernadero (GEI).

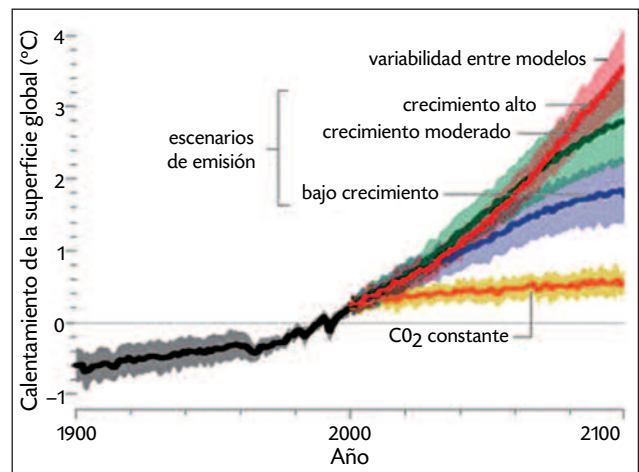


Figura 3. Calentamiento de la superficie global, en donde el escenario A2 es un crecimiento alto (línea roja), el A1B es un crecimiento moderado (línea verde), y el B1 es un crecimiento bajo (línea azul). La línea amarilla representa el incremento de la temperatura promedio anual global en caso de que el principal gas de efecto invernadero –dióxido de carbono– se mantuviera constante, con la concentración registrada en el año 2000. Línea negra es la temperatura observada.

temperatura, si las lluvias aumentarán o disminuirán, si habrá más eventos extremos como ondas de calor o lluvias fuertes, o si los ciclones tropicales serán más intensos.

Esto se convierte en una útil herramienta para reducir nuestra vulnerabilidad y riesgo ante posibles desastres, que pueden resultar en la pérdida de vidas humanas junto con fuertes pérdidas económicas y daños a la infraestructura.

Procesos de adaptación

De acuerdo con los conceptos que brindan reportes del IPCC, la adaptación es un ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. Es decir, la adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas tanto humanos como naturales en respuesta al forzamiento climático proyectado o real, o a sus efectos. Estos ajustes pueden disminuir el daño o inclusive aprovechar sus aspectos positivos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación: preventiva, reactiva, pública, privada, autónoma y planificada. La política de adaptación que debe aplicarse en una región geográfica determinada depende de la variabilidad observada del clima real, más las proyecciones o escenarios que brindan los modelos climáticos regionales.

Para definir las políticas de adaptación en México, el Instituto Nacional de Ecología, en conjunto con las diversas universidades y comunidades científicas nacionales y extranjeras, ha promovido un estudio de la vulnerabilidad de nuestro país. Las áreas o sectores prioritarios de estudio fueron:

- Generación de escenarios climáticos.
- Disponibilidad de agua.
- Salud pública.
- Biodiversidad.
- Impactos en el sector energético.

Los resultados de este estudio están publicados en la página web del Instituto Nacional de Ecología para su libre consulta y uso. Entre éstos se debe resaltar que es muy probable que el clima de México sea entre 2 y 4 °C más cálido para el periodo 2020-2080, principalmente



en la parte más continental del norte de México. En invierno son muy probables reducciones en la precipitación cercanas al 15 por ciento en las regiones del centro de México, y de menos de 5 por ciento en la zona del Golfo de México. En verano, las lluvias podrían disminuir hasta 5 por ciento en la parte centro de México. Además, se proyectan retrasos en el inicio de las lluvias, con una extensión de la temporada de lluvias hacia los meses de otoño, para gran parte del país.

El cambio en el régimen de lluvias –y como consecuencia en el balance hidrológico de la región– que muestran los escenarios climáticos, aunado a una creciente demanda de agua relacionada con el desarrollo socioeconómico de nuestro país, hace muy probable que para las próximas décadas se observen aumentos en el grado de presión sobre este recurso.

A nivel nacional, se proyecta una reducción de 10 por ciento anual en la disponibilidad de agua bajo el escenario de cambio climático para el año 2030, respecto del 2000. El estado de Jalisco, por ejemplo, sufrirá un cambio negativo, pasando de escala de presión media-fuerte a presión fuerte; es decir, se incrementará significativamente la demanda del agua, mientras que su disponibilidad disminuirá.

Otro resultado que es importante para los jaliscienses es el incremento del número de incendios forestales, así como la vulnerabilidad de la región ante la sequía meteorológica, la cual pasará de vulnerabilidad media a alta, con las consecuencias respectivas en la economía del estado.

El cambio climático que se prevé en Jalisco favorecerá un clima más cálido, por lo que en episodios de fuertes precipitaciones u otoños húmedos se dará un incremento del riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por vectores (como el dengue).

Conclusiones

Para definir la estrategia de reducción de vulnerabilidad en Jalisco se debe realizar un detallado estudio de impactos locales, junto con las respuestas ante los efectos de cambio climático que se proyectan. Por lo anterior, la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco, en conjunto con la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de Guadalajara y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), inició un proyecto de desarrollo de una política de adaptación ante el cambio climático.

Sus resultados determinarán medidas de adaptación que pueden comenzar a instrumentarse en forma integrada; identificarán los elementos mínimos necesarios para fundamentar el desarrollo y establecimiento de un Plan Estatal de Adaptación al Cambio Climático, y contribuirán con el proceso educativo, cultural y de difusión de la información referente al tema.

Para asegurar el éxito de este proyecto, se deben definir estrategias de adaptación en todos los niveles, desde el individual al corporativo y colectivo, y desde el local a lo estatal, y a su vez nacional. También se deben instrumentar en el campo las medidas encontradas y realizar su posterior evaluación para comparar las ventajas que una cierta medida de adaptación puede tener con respecto de otra.

Valentina Davydova Belitskaya es profesora investigadora adscrita al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Es doctora en ciencias (Física Atmosférica) por la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha impartido múltiples cursos en el área de meteorología aplicada, climatología, estadística, matemáticas y física aplicadas en la Universidad de Guadalajara, la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, a nivel de licenciatura, maestría y doctorado. Ha sido directora del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara, y gerente de Meteorología y de Redes de Observación y Telemática de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Conagua, de 2001 al 2010. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.
dabv620828@yahoo.com

Lecturas recomendadas

- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian David y Ben Wisner (1996), *Vulnerabilidad, el entorno social, político y económico de los desastres*, Panamá, La Red (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina).
- Caballeros, R. y R. Zapata (1999), *América Latina: el impacto de los desastres naturales en el desarrollo, 1972-1999*, México, CEPAL.
- CENAPRED (2007), *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2005, serie 8*, México, Segob.
- CENAPRED (2008), *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2005, serie 9*, México, Segob.
- INE-Semarnat (2006), *México: tercera comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*, México, S y G Editores.
- IPCC (2001), *Climate Change: impacts, adaptation and vulnerability, summary for policy makers and technical summary for Working Group II Report*, Ginebra, IPCC.
- IPCC (2007), *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*, Ginebra, IPCC.
- IPCC (2007), *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Ginebra, IPCC.
- Magaña, Víctor, Jorge Vázquez, José L. Pérez y Joel B. Pérez (2003), "Impact of El Niño on precipitation in Mexico", *Geofísica internacional*, vol. 42, núm. 3, p. 313-330.
- Magaña, Víctor (2005), *Elaboración de escenarios climatológicos para la región de México, Centroamérica y Cuba. Informe de avance de trabajo. Proyecto "Fomento de capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba"*, México, UNAM/INE/Semarnat/PNUD-GEF.
- Martínez, P. (2007), *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Semarnat.
- Semarnat (2009), *La economía del cambio climático en México, síntesis*, México, Semarnat.
- Trenberth, K. E. (1997), "The definition of El Niño", *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 78, núm. 12, pp. 2771-2777.
- Trosper, Ronald L. (2002), Northwest coast indigenous institutions that supported resilience and sustainability, *Ecological economics*, 41, pp. 329-344.
- UNDP (2002), *A climate risk management approach to disaster reduction and adaptation to climate change*, La Habana, UNDP.
- UNDP (2009), *UNDP's quality standards for the integration of adaptation to climate change into development programming*, Nueva York, UNDP.